



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

«Προσαρμοστικότητα σε Πλημμυρικά φαινόμενα και Μέθοδοι Αποκατάστασης: Η περίπτωση της πλημμυράς της Θεσσαλίας.»

« Adaptability to Flood Events and Restoration Methods: The case study of the flood in Thessaly. »

Καλλίοπη Μπαλούρδου / Kalliori Balourdou

A.M. / R.N. : 7114132200163

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:

No. 202428916

Αθήνα, 2024
Athens, 2024



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ
POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

«Προσαρμοστικότητα σε Πλημμυρικά φαινόμενα και Μέθοδοι Αποκατάστασης: Η περίπτωση της πλημμυράς της Θεσσαλίας.»

« Adaptability to Flood Events and Restoration Methods: The case study of the flood in Thessaly. »

Καλλίοπη Μπαλούρδου / Kalliori Balourdou

A.M. / R.N. : 7114132200163

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Διακάκης Μιχάλης,
Επικ. Καθηγητής ΕΚΠΑ

Δρ. Καρκάνη Ελέανα,
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (Ε.Δι.Π.) ΕΚΠΑ

Δρ. Αντωνάρακου Ασημίνα,
Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

Ειδική Επιστημονική Καθοδήγηση

Βασίλειος Ι. Μαρτζάκης
PhDc Αξιωματικός Πυροσβεστικού Σώματος,
Πτυχιούχος Δημόσιας Διοίκησης
Παντείου Πανεπιστημίου, Expert E.U. Civil
Protection Mechanism

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	i
Περίληψη	iii
Abstract	iv
Ευχαριστίες.....	v
Κατάλογος Πινάκων	vi
Κατάλογος Εικόνων	vii
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	8
1.1. Εισαγωγή στο Θέμα	8
1.2. Καθορισμός των Στόχων και η Σημασία	9
1.3. Διατύπωση των Ερωτημάτων	10
Κεφάλαιο 2. Πλημμυρικά Φαινόμενα	11
2.1. Ορισμός και Αίτιες των Πλημμυρικών Φαινομένων.....	11
2.1.1. Θεσμικό Πλαίσιο Πλημμυρικών Φαινομένων	13
2.1.2. Τύποι Πλημμυρών.....	15
2.1.3. Παράγοντες και Επιπτώσεις των Πλημμυρών	18
Κεφάλαιο 3. Προσαρμοστικότητα και Ανθρώπινα Οικοσυστήματα	28
3.1. Ο Προσαρμοστικότητας σε Πλημμυρικά φαινόμενα.....	28
3.1.1. Η Έννοιολογική προσέγγιση της Προσαρμοστικότητας.....	29
3.1.2. Συσχέτιση Προσαρμοστικότητας και Διαχείρισης Πλημμυρών	30
3.1.3. Πολυπαραμετρική Αξιολόγηση της Ανθεκτικότητας Κοινοτήτων στις Πλημμύρες.....	32
3.2. Αποκατάσταση και Ανοικοδόμηση.....	35
3.2.1. Ανοικοδόμησης και Ανασυγκρότησης μετά από Πλημμύρες.....	35
3.2.2. Μέθοδοι Ανοικοδόμησης και Ανασυγκρότησης μετά από Πλημμύρες.....	36
3.2.3. Μέτρα Πρόληψης και Μείωσης των Κινδύνων από Πλημμύρες	38
3.2.4. Η χρήση της Τεχνολογίας και της Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας στην Αποκατάσταση.....	43
3.2.5. Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών	46
Κεφάλαιο 4. Η Περίπτωση της Πλημμυράς της Θεσσαλίας:	49
4.1. Περιοχή Μελέτης: Θεσσαλία.....	49
4.2. Ιστορική Αναδρομή των Πλημμυρών στη Θεσσαλία	51
4.3. Πλημμύρα 2023 :Daniel.....	54
4.4. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμυράς των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας	55
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα και Συστάσεις.....	61
5.1. Σύνοψη Περιεχομένου Εργασίας.....	61
5.2. Διατύπωση Προτάσεων για τη Βελτίωση της Προσαρμοστικότητας και της Αντοχής στην Περίπτωση Πλημμυρών στη Θεσσαλία.	62

Βιβλιογραφία 64

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά το φαινόμενο των πλημμύρων, εστιάζοντας στην περίπτωση της Θεσσαλίας για την ανάδειξη ιστορικών περιστατικών, τις οικολογικές επιπτώσεις και την ανθεκτικότητα των κοινοτήτων. Οι πλημμύρες αποτελούν σημαντική απειλή από την αρχαιότητα, επηρεάζοντας τη γεωργική δραστηριότητα, ιδιαίτερα γύρω από τον Πηνειό ποταμό. Παρά την καταστροφικότητά τους, συνέβαλαν στη ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας.

Η μελέτη αναλύει τη γεωμορφολογία της περιοχής της Θεσσαλίας και την προδιάθεση για πλημμύρες, καταγράφοντας χρονικά σημαντικές πλημμύρες. Επίσης, διερευνά τις οικολογικές επιπτώσεις, όπως τις αλλαγές στη βλάστηση και τη βιοποικιλότητα, καθώς και την ανθεκτικότητα των κοινοτήτων. Τέλος, εξετάζονται ευρωπαϊκά σχέδια διαχείρισης που αποσκοπούν στη μείωση των επιπτώσεων των πλημμυρών.

Επίσης, εξετάζει επίσης τα σχέδια διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα οποία αποσκοπούν στην επίτευξη ευνοϊκών οικολογικών συνθηκών και στον μετριασμό των επιπτώσεων των πλημμυρών και της ξηρασίας μέσω ολοκληρωμένων μεθοδολογιών προσανατολισμένων στο οικοσύστημα

Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα παρέχει μια ολοκληρωμένη ανάλυση των ιστορικών, οικολογικών και κοινωνικών διαστάσεων των πλημμυρών στη Θεσσαλία, προσφέροντας ιδέες για την αποτελεσματική διαχείριση και τις στρατηγικές προσαρμογής σε μελλοντικά πλημμυρικά φαινόμενα.

Λέξεις κλειδιά: Πλημμύρες, Διαχείριση, Θεσσαλία

Abstract

This study deals with the phenomenon of floods, focusing on the case of Thessaly to highlight historical incidents, ecological impacts and community resilience. Floods have been a major threat since ancient times, affecting agricultural activity, particularly around the Pinios River. Despite their destructive nature, they have contributed to the development of agriculture and livestock farming.

The study analyses the geomorphology of the Thessaly region and its predisposition to flooding, recording significant floods over time. It also explores the ecological impacts, such as changes in vegetation and biodiversity, and the resilience of communities. Finally, European management plans aimed at reducing the impact of floods are examined.

It also examines the European Union's river basin management plans, which aim to achieve favorable ecological conditions and mitigate the effects of floods and droughts through integrated ecosystem-oriented methodologies.

This research provides a comprehensive analysis of the historical, ecological and social dimensions of floods in Thessaly, offering insights for effective management and adaptation strategies for future flood events.

Key words: Floods, Management, Thessaly

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση αυτής της διατριβής αποτέλεσε ένα σημαντικό και απαιτητικό ταξίδι, κατά το οποίο χρειάστηκε να αντιμετωπίσω προσωπικές δυσκολίες λόγω ενός προβλήματος υγείας. Σε αυτό το διάστημα, η υποστήριξη και η καθοδήγηση που έλαβα υπήρξαν καθοριστικές.

Θα ήθελα αρχικά να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Βασίλειο Ι. Μαρτζάκη, για την καθοδήγηση και την κατανόηση που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας. Η υποστήριξη του με βοήθησε να παραμείνω προσηλωμένη στον στόχο μου και να ξεπεράσω τις δυσκολίες που προέκυψαν. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, Δρ. Μιχάλη Διακάκη, Δρ. Ελεάνα Καρκάνη και Δρ. Ασημίνα Αντωναράκου.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη στήριξη, την αγάπη και την κατανόησή τους, καθώς και στον σύντροφό μου, που υπήρξε για μένα στήριγμα. Χωρίς την παρουσία και την υποστήριξή τους, η ολοκλήρωση αυτής της διατριβής θα ήταν πολύ πιο δύσκολη.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους φίλους και συναδέλφους μου για την ενθάρρυνση σε αυτήν τη διαδρομή. Η παρουσία τους δίπλα μου σε αυτήν τη διαδρομή υπήρξε πολύτιμη.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μέθοδοι Αποκατάστασης και Πρόληψης Πλημμυρών	42
---	----

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Community Resilience Framework-Πλαίσιο.....	33
Εικόνα 2: Ραντάρ, μετεωρολογικός δορυφόρος, και τηλεμετρικός σταθμός.....	40
Εικόνα 3:Φωτογραφικό υλικό από πλημμύρες στην Θεσσαλία(1994-2020)	53
Εικόνα 4:Εικονες μετά την Πλημμύρα	54
Εικόνα 5: Η προσέγγιση των πέντε σταδίων για την αξιολόγηση και την διαχείριση των κινδύνων που προβλέπει η οδηγία για τις πλημμύρες(Ιδία επεξεργασία)	56
Εικόνα 6:Απόσπασμα του Χάρτη αποτύπωσης των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, 1η Αναθεώρησης της ΠΑΚΠ.....	57
Εικόνα 7:Χάρτης κινδύνου πλημμύρας, ΣΔΚΠΛΑΠ (2024).....	58
Εικόνα 8: Πινακίδες, ΥΠΕΝ 2024	59

Κεφάλαιο 1.

Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή στο Θέμα

Το περιβάλλον είναι ένας συνδυασμός δύο παραγόντων: των πόρων και των απειλών. Ενεργοποιούνται επειδή το περιβάλλον αλλάζει αυθόρμητα ή συνεχώς. Αυτές οι αλλαγές επηρεάζονται από πολλούς αιτιολογικούς παράγοντες και διάφορες συνέπειες. Οι περιβαλλοντικές αλλαγές δεν επηρεάζουν μόνο το ίδιο το περιβάλλον, αλλά μπορούν επίσης να προκαλέσουν αλλαγές στα περιβαλλοντικά στοιχεία. Ένας από τους κινδύνους που προκύπτουν από την περιβαλλοντική αλλαγή είναι η εμφάνιση φυσικών καταστροφών.

Η ποσοτικοποίηση των πλημμυρών εξαρτάται από το ποιος υπολογίζει την καταστροφή. Για παράδειγμα, οι οικονομολόγοι μετρούν το κόστος στέγασης και το κόστος παραγωγής. Οι πολιτικοί μετρούν το πολιτικό κόστος, δηλαδή την αποτυχία ή την επιτυχία των κρατικών θεσμών. Επιπλέον, ενώ άλλοι μετρούν τις κοινωνικές πτυχές των πλημμυρών, οι αξιόπιστες μετρήσεις και εκτιμήσεις των καταστροφών δείχνουν μια πλήρη παραμετροποίηση όλων των ανθρώπων που πλήττονται άμεσα και μακροπρόθεσμα (Βασιλόπουλος, 2018).

Ο κίνδυνος πλημμύρας ορίζεται ως ένα μέτρο της κοινωνικής και οικονομικής ζημίας που αναμένεται για μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή λόγω της πιθανότητας μιας πλημμύρας με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Το μέτρο του κινδύνου πλημμύρας διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση. Η ποσοτικοποίηση των ζημιών μπορεί να μετρηθεί σε όρους ανθρώπινου και οικονομικού κόστους. Το ποιοτικό επίπεδο χρησιμοποιείται όταν η ζημία δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί. Ο καθορισμός μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής θεωρείται κρίσιμος για την ακριβή ανάλυση των κοινωνικών, οικονομικών και οικολογικών συνεπειών και των οικολογικών μονάδων που εξετάζονται. Ανάλογα με την περιοχή και την κλίμακα του φαινομένου, οι απειλές μπορεί να αποτελούνται από ανθρώπους, έργα υποδομής, δημόσια κτίρια, δηλαδή ολόκληρο το δομημένο περιβάλλον. Είναι η πιθανότητα μιας πλημμύρας που αντιστοιχεί σε μια ορισμένη περίοδο επαναφοράς και συνεπώς καλύπτει μια ορισμένη περίοδο (Βασιλόπουλος, 2018).

Οι επιδράσεις και η έκβαση των πλημμύρων σχετίζονται άμεσα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού χώρου. Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν τις στρατηγικές πρόληψης και αντιμετώπισης των φαινομένων.

Στην περιοχή της Μεσογείου γενικά, καθώς και στον ελληνικό χώρο, υπάρχουν διαφορές στις κλιματικές και τεκτονικές συνθήκες, στον πληθυσμό και στα υδρολογικά χαρακτηριστικά. Τα καθεστώτα κινδύνου θεωρούνται μοναδικά και οι ερευνητικές στρατηγικές και μέθοδοι πρέπει να λαμβάνουν υπόψη αυτά τα χαρακτηριστικά (Gaume et al. 2009).

1.2. Καθορισμός των Στόχων και η Σημασία

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην προσαρμοστικότητα σε πλημμυρικές περίπτωσης και πιο συγκεκριμένα αναδεικνύοντας την περίπτωση της Θεσσαλίας με ιδιαίτερη αναφορά στο έτος 2023. Η περιοχή αυτή είναι επιρρεπής σε τέτοιου είδους φαινόμενα λόγω της γεωγραφικής, γεωμορφολογικής θέσης καθώς και της κοινωνικοοικονομικής αξίας της. Στην εργασία αυτή υπογραμμίζεται η σημασία μελέτης του τρόπου προσαρμογής τόσο των φυσικών όσο και των ανθρώπινων συστημάτων σε τέτοιες καταστροφές. Παράλληλα, η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στις πλημμύρες και η εξέταση αποτελεσματικών μεθόδων αποκατάστασης είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της μείωσης μελλοντικών κίνδυνου. Ωστόσο, θα γίνει ανάλυση των προσπαθειών αποκατάστασης μετά από ενδεχόμενη πλημμύρα και θα προταθούν στρατηγικές για πρόληψη και αποκατάσταση.

Συμπληρωματικά, στην εργασία αυτή γίνεται επισήμανση της τεχνολογίας ως αρωγός της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας σε σχέση με τις πρακτικές διαχείρισης πλημμυρών. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να ωφελήσει στην μείωση μελλοντικών κινδύνων, στην ελαχιστοποίηση ζημιών καθώς και στην ταχύτερη ανάκτηση.

Μέσω της βιβλιογραφικής ανάλυσης θα αναδειχθεί η σημασία προσαρμογής των φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων καθώς και η αξιοποίηση της τεχνολογίας και την υποστήριξη περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και την ενίσχυση Ανθεκτικότητας. Οι απαντήσεις που θα ληφθούν από τη συγκεκριμένη εργασία θα αποτελέσουν μια προσπάθεια ενίσχυσης πρακτικών πρόληψης και αποκατάστασης για την διαχείριση πλημμυρών.

1.3. Διατύπωση των Ερωτημάτων

Στην παρούσα βιβλιογραφική εργασία με τίτλο: «Προσαρμοστικότητα σε Πλημμυρικά φαινόμενα και Μέθοδοι Αποκατάστασης: Η περίπτωση της πλημμυράς της Θεσσαλίας.» επιδιώκεται η απάντηση των ακόλουθων ερωτημάτων :

1. Ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στην σοβαρότητα των πλημμυρικών φαινομένων(με κύριο ενδιαφέρον στην περίπτωση της Θεσσαλίας);
2. Με ποιους τρόπους μπορούν τα ανθρώπινα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν σε πλημμυρόπληκτες περιοχές ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις;
3. Ποιες είναι οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι αποκατάστασης περιοχών οι οποίες έχουν πληγεί από σφοδρές πλημμύρες;
4. Ποια η σημασία της τεχνολογίας και βιώσιμων πρακτικών για τις διαδικασίες αποκατάστασης μετά από πλημμύρα και για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας;

Ως στόχο τα ερωτήματα αυτά θέτονται για να παρέχουν μια ολοκληρωμένη διαχείριση των πλημμύρων με κύριο επίκεντρο την πρόληψη, την προσαρμογή και την αποκατάσταση επαναλαμβανομένων πιέσεων που ασκούνται στην περιοχή μελέτη της Θεσσαλίας από πλημμύρες αυτή αποσκοπεί στην διερεύνηση στρατηγικών που έχουν εφαρμοστεί έως σήμερα, καθώς και τις μελλοντικές προοπτικές βελτίωσης στρατηγικών διαχείρισης κίνδυνων.

Κεφάλαιο 2.

Πλημμυρικά Φαινόμενα

2.1. Ορισμός και Αίτιες των Πλημμυρικών Φαινομένων

Οι πλημμύρες, είναι μια φυσική διαδικασία, και συμβαίνουν όταν ένα τμήμα του δικτύου υδάτινων οδών αδυνατεί να αποστραγγίσει την ποσότητα του νερού και υπερχειλίζει. Πιο συγκεκριμένα, μία πλημμύρα είναι μια φυσική καταστροφή που χαρακτηρίζεται από την είσοδο νερού σε μια κανονικά ξηρή περιοχή, πλημμυρίζοντας αυτήν. Αποτελούν μια κυρίαρχη και καταστροφική δύναμη της φύσης που επηρεάζει τις ανθρώπινες κοινωνίες και τα οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο. Οι πλημμύρες μπορεί να προκύψουν μέσω διαφόρων μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ισχυρών βροχοπτώσεων, των καταιγίδων, της ταχείας τήξης του χιονιού, των παγετώνων και των αστοχιών αναχωμάτων και φραγμάτων (Vozinaki et al., 2015).

Τα πλημμυρικά φαινόμενα μπορούν συνήθως να δημιουργήσουν προβλήματα σε περιοχές όπως γεωργικές εκτάσεις, κατοικημένες περιοχές και αστικά κέντρα. Πλημμύρες μπορεί επίσης να προκληθούν από την ποσότητα νερού ή απορροής που ρέει μέσω ενός ποταμού ή αποχέτευσης που υπερβαίνει τη χωρητικότητά του. Οι πλημμύρες γενικά δεν αποτελούν πρόβλημα εφόσον δεν προκαλούν απώλεια, θάνατο ή τραυματισμό ή μακροχρόνια παραμονή σε οικισμούς ή άλλα προβλήματα στην καθημερινή ζωή. Αλλά από την άλλη, αν συσσωρευτεί αρκετό νερό και αυτό συμβαίνει για μεγάλο χρονικό διάστημα, σίγουρα θα δυσκολέψει τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Papanikolaou et al., 2013).

Η εμφάνισή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Είναι η δεύτερη πιο συχνή φυσική καταστροφή μετά τις δασικές πυρκαγιές και είναι ένα επικίνδυνο γεγονός που μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους (Ζαχείλας, 2022) :

- Πλημμύρες που εξελίσσονται αργά και δεν προκαλούν ζημιές.

- Ένα αιφνίδιο γεγονός που συνήθως προκαλεί σοβαρή καταστροφή και συνέπειες για την κοινωνία.

Η ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση των πλημμυρών απαιτεί την κατανόηση των αιτιών τους, την πρόβλεψη και προειδοποίηση, καθώς και την εφαρμογή μέτρων πρόληψης και μετριασμού των επιπτώσεων. Η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνητικών αρχών, των τοπικών κοινοτήτων και των επιστημονικών οργανισμών, είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη και εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης των πλημμυρών. (Pender et al., 2011).

Υπάρχουν αρκετά είδη πλημμυρών. Ένα από τα είδη είναι οι ποτάμιες πλημμύρες οι οποίες προκαλούνται από την υπερχείλιση ποταμών λόγω βροχοπτώσεων, λιωσίματος χιονιών ή αποδέσμευσης υδάτων από φράγματα. Άλλο είδος αποτελούν οι παράκτιες πλημμύρες οφείλονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα που ανεβάζουν τη στάθμη της θάλασσας, ενώ οι πλημμύρες από επιφανειακά ύδατα συμβαίνουν σε αστικές περιοχές όταν οι βροχοπτώσεις υπερβαίνουν την ικανότητα απορρόφησης του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα οι τύποι των πλημμυρών που αναφέρονται παραπάνω και που θα αναλυθούν στην παράγραφο 2.1.2 ταξινομούνται βάση του αρχικού υποδοχέα νερού. (Διακάκης, 2012)

Ακόμα οι πλημμύρες μπορεί να είναι ξαφνικές και βραχύχρονες ή να εξελίσσονται σταδιακά για ημέρες ή εβδομάδες, επηρεάζοντας μικρές τοπικές περιοχές ή έχοντας μεγάλη γεωγραφική έκταση που επηρεάζει ποτάμιες λεκάνες ή παράκτιες ζώνες. Ο όγκος και η ταχύτητα ροής του νερού καθορίζουν τη σοβαρότητα της πλημμύρας, με μεγαλύτερους όγκους και ταχύτητες να προκαλούν περισσότερες καταστροφές. (Διακάκης, 2012)

Τα αίτια των πλημμυρών περιλαμβάνουν κλιματικούς παράγοντες όπως έντονες βροχοπτώσεις, τυφώνες και λιώσιμο χιονιών, καθώς και ανθρωπογενείς παράγοντες όπως αποψίλωση δασών, κατασκευή φραγμάτων, αστικοποίηση και αλλαγές στη χρήση γης. Οι επιπτώσεις των πλημμυρών είναι σοβαρές διότι η απεικόνιση βασίζεται σε με μεγάθη που σχετίζονται με άμεσες απώλειες ζωής, τραυματισμούς και καταστροφή υποδομών, καθώς και έμμεσες οικονομικές δυσπραγίες, κοινωνικές αναταραχές, περιβαλλοντική μόλυνση και καταστροφή οικοσυστημάτων. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Δράση για το κλίμα, Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής, διαθέσιμο στο https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_el.)

Η διαχείριση και πρόληψη των πλημμυρών απαιτούν την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, τη διατήρηση φυσικών υγροτόπων και δασών, και τη βελτίωση συστημάτων προειδοποίησης. Επίσης, περιλαμβάνουν την αξιολόγηση των κινδύνων, τον σχεδιασμό μέτρων

διαχείρισης, τη χωροταξική οργάνωση και την ενίσχυση των τοπικών κοινοτήτων. Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των πλημμυρών απαιτεί ολοκληρωμένη διαχείριση και συνεργασία μεταξύ φορέων.(WWF Ελλάς et al., 2011)

2.1.1. Θεσμικό Πλαίσιο Πλημμυρικών Φαινομένων

Στο σημείο αυτό, θα γίνει ανάλυση της έννοια της πλημμύρας με βάση το θεσμικό πλαίσιο που ορίζει το Ελληνικό κράτος, θα εξεταστούν οι ορισμοί της πλημμύρας όπως περιγράφονται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60, το ΦΕΚ 1108B/2010 και από το Κέντρο Έρευνας Επιδημιολογίας Καταστροφών (CRED), προσφέροντας μια συνολική εικόνα με επιστημονική προσέγγιση με σκοπό την κατανόηση του φαινομένου.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/EK, η πλημμύρα ορίζεται ως η προσωρινή κάλυψη με νερό περιοχών που δεν είναι κανονικά κατακλυσμένες από νερό. Η πηγές υπερχειλίσης που αναφέρει η οδηγία σχετίζονται με νερά ποταμών, λίμνες και θάλασσες, αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά. Επιπλέον, η οδηγία κάνει λόγο και στις πλημμύρες από υπόγεια νερά, καθώς και σε πλημμύρες που προκαλούνται από βροχοπτώσεις ή άλλες φυσικές καταστροφές. Ο κύριος στόχος της οδηγίας είναι η μείωση και η διαχείριση των κινδύνων που σχετίζονται με τις πλημμύρες, εστιάζοντας στις επιπτώσεις που έχουν στην ανθρώπινη υγεία, στο περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά και στην οικονομική δραστηριότητα. Με την Οδηγία αυτή προάγεται επίσης το δικαίωμα των πολιτών να έχουν γνώση και λόγο στη διαδικασία σχεδιασμού, αφού προβλέπεται η σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ) με τα έργα, τα μέτρα και τις ενέργειες που απαιτούνται, τα οποία υπόκεινται σε δημόσια διαβούλευση, επικαιροποιούνται και δημιουργούνται τελικά με βάση τα ΚΥΑ 1108/2010 αποτελέσματα της διαβούλευσης αυτής. Οι κυριότερες επενέργειες - δεσμεύσεις των κρατών μελών που πηγάζουν από τα άρθρα της Οδηγίας 2007/60/EK είναι εξής: Προκαταρκτική Αξιολόγηση των Κινδύνων Πλημμύρας (ΠΑΚΠ), Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χάρτες Κινδύνων Πλημμύρας, Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (ΣΔΚΠ).

Αντίστοιχα, το ΦΕΚ 1108B/2010 παρέχει έναν παρόμοιο περιεχόμενο για τις πλημμύρες, τονίζοντας επίσης τη σημασία της προσωρινής κάλυψης από νερό περιοχών που κανονικά δεν καλύπτονται από αυτό. Αυτός ο ορισμός επεκτείνεται για να περιλάβει την κάλυψη από νερά ποταμών, λιμνών και θάλασσας, καθώς και πλημμύρες από επιφανειακά ύδατα σε αστικές και αγροτικές περιοχές. Το ΦΕΚ 1108B/2010 δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην ανάγκη για αξιολόγηση και διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, προκειμένου να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, η πολιτιστική κληρονομιά και η οικονομική δραστηριότητα. Η προστασία αυτών των στοιχείων αποτελεί κεντρικό στόχο στις πολιτικές διαχείρισης πλημμυρών.

Από την άλλη, το Κέντρο Έρευνας Επιδημιολογίας Καταστροφών (CRED) προσφέρει έναν πιο γενική έννοια της πλημμύρας, ορίζοντάς την ως μια σημαντική εισροή νερού που κατακλύζει συνήθως ξηρές περιοχές, προκαλώντας σοβαρές ζημιές στις ανθρώπινες υποδομές, την καλλιέργεια και τα φυσικά οικοσυστήματα. Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, υπόγεια νερά, καθώς και από την υπερχειλίση αποστραγγιστικών συστημάτων λόγω έντονων βροχοπτώσεων. Οι πλημμύρες μπορεί να είναι ξαφνικές και καταστροφικές, επηρεάζοντας άμεσα και έμμεσα την ανθρώπινη ζωή και υγεία, καθώς και την οικονομική δραστηριότητα και την κοινωνική συνοχή.

Η σημασία της αξιολόγησης και διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας είναι εμφανής. Η διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας κατέχει πρωταρχικό στόχο, καθώς οι πλημμύρες μπορούν να οδηγήσουν σε άμεσες απώλειες ζωής, τραυματισμούς και την εξάπλωση ασθενειών λόγω της μόλυνσης των υδάτων. Επιπλέον, η προστασία του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι κρίσιμη, καθώς οι πλημμύρες μπορούν να καταστρέψουν φυσικά οικοσυστήματα και ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ανεπανόρθωτες ζημιές.

Επιπροσθέτως, η οικονομική δραστηριότητα επηρεάζεται σοβαρά από τις πλημμύρες. Οι καταστροφές υποδομών, όπως δρόμοι, γέφυρες και κτίρια, μπορούν να παραλύσουν την οικονομία μιας περιοχής, ενώ οι ζημιές σε καλλιέργειες και άλλες πηγές εισοδήματος μπορούν να έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των κοινωνιών. Η κοινωνική συνοχή μπορεί επίσης να διαταραχθεί, καθώς οι πλημμύρες μπορεί να αναγκάσουν τους ανθρώπους να αφήσουν τις κατοικίες τους και να μετακινηθούν, προκαλώντας πίεση στους κοινωνικούς και οικονομικούς πόρους. (Merz et al., 2010)

Συνοψίζοντας τα παραπάνω οι πλημμύρες είναι ένα πολύπλοκο και καταστροφικό φυσικό φαινόμενο που απαιτεί ολοκληρωμένη διαχείριση και στρατηγική αντιμετώπιση. Το θεσμικό πλαίσιο από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60, το ΦΕΚ 1108B/2010 και το CRED παρέχουν μια σαφή εικόνα της φύσης και των επιπτώσεων των πλημμυρών, υπογραμμίζοντας την αναγκαιότητα για συνεχή αξιολόγηση και αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων που αυτές ενέχουν. Η προστασία της ανθρώπινης υγείας, του περιβάλλοντος, της πολιτιστικής κληρονομιάς και της οικονομικής δραστηριότητας πρέπει να είναι στο επίκεντρο κάθε προσπάθειας αντιμετώπισης των πλημμυρών.

2.1.2. Τύποι Πλημμυρών

Οι πλημμύρες όπως έχει αναφερθεί είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και καταστροφικά φυσικά φαινόμενα παγκοσμίως, προκαλώντας σημαντικές ζημιές σε υποδομές και ανθρώπινες ζωές. Η κατανόηση των διαφόρων τύπων πλημμυρών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών πρόληψης και αντιμετώπισης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι πλημμυρών, καθένας από τους οποίους έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και αιτίες. Οι τύποι περιλαμβάνουν τις ποτάμιες πλημμύρες, τις αστικές πλημμύρες, τις ξαφνικές πλημμύρες, τις παράκτιες πλημμύρες, τις πλημμύρες από την αστοχία τεχνικών έργων, τις πλημμύρες υπεδαφικού νερού, τις πλημμύρες από την τήξη χιονιού, τις πλημμύρες λόγω ice-jams και τις πλημμύρες Jökulhlaur. Οι τύποι παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

- Ποτάμιες Πλημμύρες (River Floods)

Οι ποτάμιες πλημμύρες συμβαίνουν όταν τα νερά των ποταμών και των ρυακιών υπερχειλίζουν τις κοίτες τους λόγω έντονων και συνεχών βροχοπτώσεων, λιώματος χιονιού ή και συνδυασμού των δύο. Η σταδιακή αύξηση της στάθμης των υδάτων μπορεί να επιφέρει παρατεταμένες καταστάσεις πλημμύρας, οι οποίες διαρκούν από μερικές ημέρες έως και εβδομάδες, ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια των βροχοπτώσεων και την απορροφητική ικανότητα του εδάφους. Αυτές οι πλημμύρες μπορεί να είναι καταστροφικές, προκαλώντας εκτεταμένες ζημιές σε υποδομές, καλλιέργειες και κατοικίες, καθώς και διαταράσσοντας τις ζωές των ανθρώπων που κατοικούν στις παραποτάμιες περιοχές (Λέκκας,2000).

- Αστικές Πλημμύρες (Urban Floods)

Οι αστικές πλημμύρες συμβαίνουν σε δομημένες περιοχές όπου η παρουσία αδιαπέραστων επιφανειών, όπως κτίρια, δρόμοι και άλλες υποδομές, εμποδίζει την φυσική απορρόφηση του νερού. Κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, το νερό δεν μπορεί να διαφύγει ή να απομακρυνθεί αποτελεσματικά μέσω των αποχετευτικών συστημάτων, με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται γρήγορα στις αστικές περιοχές. Αυτές οι πλημμύρες μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στις μεταφορές, τις υποδομές και τις κατοικίες, καθώς και να δημιουργήσουν υγειονομικούς κινδύνους λόγω της μόλυνσης των υδάτων από λύματα και άλλα ρυπογόνα υλικά. (Λέκκας,2000).

- Αιφνίδιες Πλημμύρες (Flash Floods)

Οι ξαφνικές πλημμύρες χαρακτηρίζονται από την ταχεία συσσώρευση νερού σε μικρό χρονικό διάστημα, συνήθως μέσα σε λίγες ώρες μετά την έναρξη ισχυρών βροχοπτώσεων. Αυτές οι πλημμύρες συμβαίνουν όταν οι έντονες βροχοπτώσεις υπερβαίνουν την ικανότητα απορρόφησης του εδάφους και των υδάτινων συστημάτων, όπως ποτάμια και ρέματα. Λόγω της ταχύτητας με την οποία εμφανίζονται και της αιφνίδιας φύσης τους, είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλεφθούν και να δοθούν έγκαιρες προειδοποιήσεις. Αυτή η ταχεία ροή νερού μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές σε υποδομές, κατοικίες και καλλιέργειες, και να θέσει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. (Διακάκης, 2018)

- Παράκτιες Πλημμύρες (Coastal Floods)

Οι παράκτιες πλημμύρες συμβαίνουν όταν θαλάσσια ύδατα εισχωρούν στην ξηρά, προκαλώντας πλημμυρικά φαινόμενα σε παράκτιες περιοχές. Αυτές οι πλημμύρες προκαλούνται από μετεωρολογικά φαινόμενα όπως καταιγίδες, τυφώνες ή τσουνάμι, τα οποία οδηγούν σε σημαντική αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε παράκτιες περιοχές, λιμενικές εγκαταστάσεις και τουριστικές υποδομές. (Διαμαντή,2014)

- Πλημμύρες από την Αστοχία Τεχνικού Έργου (Dam-Failure Floods)

Οι πλημμύρες από την αστοχία τεχνικού έργου συμβαίνουν όταν φράγματα ή άλλες υδροτεχνικές κατασκευές υποχωρούν ή αποτυγχάνουν, απελευθερώνοντας μεγάλες ποσότητες νερού σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτές οι πλημμύρες είναι εξαιρετικά καταστροφικές λόγω της απότομης και ανεξέλεγκτης ροής του νερού, προκαλώντας σοβαρές ζημιές στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στην υδροτεχνική κατασκευή. (Eldeeb et al.,2023).

- Πλημμύρες Υπεδαφικού Νερού (Groundwater Floods)

Οι πλημμύρες υπεδαφικού νερού συμβαίνουν όταν η στάθμη των υπόγειων υδάτων ανεβαίνει και φτάνει στην επιφάνεια, πλημμυρίζοντας περιοχές. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να συμβεί μετά από εκτεταμένες και συνεχείς βροχοπτώσεις που προκαλούν τον πλήρη κορεσμό του εδάφους, οδηγώντας σε αύξηση της στάθμης των υπόγειων υδάτων. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι πλημμύρες αυτές εξελίσσονται αργά και έχουν μακρά διάρκεια, προκαλώντας παρατεταμένες και σημαντικές ζημιές σε κτίρια και γεωργικές εκτάσεις.(Διακάκης, 2018)

- Πλημμύρες από την Τήξη Χιονιού (Rain on Snow Floods)

Οι πλημμύρες από την τήξη χιονιού συμβαίνουν στο τέλος της χειμερινής περιόδου ή σε περιόδους απότομης αύξησης της θερμοκρασίας, όταν το χιόνι και ο πάγος λιώνουν γρήγορα, αυξάνοντας τον όγκο των υδάτων στους ποταμούς και τα ρυάκια. Αυτές οι πλημμύρες είναι συνήθεις σε περιοχές με έντονη χιονόπτωση και μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες πλημμύρες και συναντώνται σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη λόγω τις προβλεπόμενης αύξησης της θερμοκρασίας τα επόμενα χρόνια αναμένεται μεγαλύτερη συχνότητα του φαινομένου όπως αναφέρει και οι (Godara et al.,2023).

- Πλημμύρες Ice-Jams (Ice-Jam Floods)

Οι πλημμύρες λόγω ice-jams συμβαίνουν όταν παγόβουνα συσσωρεύονται σε ποτάμια και εμποδίζουν τη φυσική ροή του νερού. Όταν τα ice-jams αποκολληθούν, μπορεί να απελευθερωθούν μεγάλες ποσότητες νερού, προκαλώντας ξαφνικές πλημμύρες κατάντη του ποταμού. Αυτές οι πλημμύρες είναι κοινές σε περιοχές με ψυχρά κλίματα και ποταμούς που παγώνουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα.(Beltaos,1995).

- Πλημμύρες Jökulhlaup (Jökulhlaup Floods)

Οι πλημμύρες Jökulhlaup είναι ξαφνικές και καταστροφικές πλημμύρες που προκαλούνται από την απότομη απελευθέρωση νερού από παγετώνες, συχνά λόγω ηφαιστειακής δραστηριότητας κάτω από τον πάγο. Αυτές οι πλημμύρες είναι συχνές στην Ισλανδία και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στις περιοχές κατάντη του παγετώνα.(Kundzewicz,2019).

Κάθε τύπος πλημμύρας έχει μοναδικά χαρακτηριστικά και απαιτεί εξειδικευμένες μεθόδους πρόβλεψης, προειδοποίησης και αντιμετώπισης. Η προστασία της ανθρώπινης υγείας, του περιβάλλοντος και της οικονομικής δραστηριότητας εξαρτάται από την ικανότητά μας να αναγνωρίσουμε και να διαχειριστούμε αυτούς τους κινδύνους με ολιστικό και ενσωματωμένο τρόπο.(Ward et al.,2017)

Η ποικιλομορφία των τύπων πλημμύρας υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα της διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας. Κάθε τύπος απαιτεί προσαρμοσμένες στρατηγικές, από την ανθεκτικότητα των υποδομών (όπως τα φράγματα πλημμύρας και τα βελτιωμένα συστήματα αποστράγγισης) έως την ετοιμότητα των φορέων διαχείρισης της πολιτείας και τα αποτελεσματικά συστήματα προειδοποίησης. Η ουσιαστική κατανόηση των παραπάνω είναι το κλειδί για τη μείωση των καταστροφικών επιπτώσεων των πλημμυρών σε παγκόσμια κλίμακα.

2.1.3. Παράγοντες και Επιπτώσεις των Πλημμυρών

Όπως ήδη έχει αναφερθεί οι πλημμύρες συγκαταλέγονται ανάμεσα στα πλέον καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, προκαλώντας σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην εκδήλωσή τους είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική διαχείριση και πρόληψη των φαινομένων αυτών. Οι αιτίες των πλημμυρών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε φυσικές και ανθρωπογενείς. Οι φυσικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τα κλιματολογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία. Παράλληλα, οι ανθρωπογενείς παράγοντες σχετίζονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις αλλαγές που επιφέρουν στο περιβάλλον.

Φυσικοί Παράγοντες

Οι πλημμύρες αποτελούν ένα από τα πλέον καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, που προκαλούν σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι φυσικοί παράγοντες περιλαμβάνουν κλιματικά φαινόμενα, γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και φυσικές καταστροφές, που δρουν συνδυαστικά αυξάνοντας την πιθανότητα και την ένταση των πλημμυρών. (Aljundi, 2023)

- Κλιματικά Φαινόμενα

Ένας από τους κύριους φυσικούς παράγοντες που προκαλούν πλημμύρες είναι τα κλιματικά φαινόμενα, τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στη συχνότητα και την ένταση των πλημμυρικών γεγονότων.

Έντονες Βροχοπτώσεις: Οι έντονες και μεγάλης διάρκειας βροχοπτώσεις είναι ένας από τους κύριους φυσικούς παράγοντες που οδηγούν σε πλημμύρες. Οι βροχοπτώσεις αυτές μπορεί να προέρχονται από διάφορα μετεωρολογικά συστήματα, όπως τοπικές καταιγίδες, μετωπικές διαταραχές και τροπικές καταιγίδες. Όταν η ποσότητα της βροχής υπερβαίνει την ικανότητα απορρόφησης του εδάφους και των υδάτινων συστημάτων μιας περιοχής, η υπερχειλίση των ποταμών και των λιμνών είναι αναπόφευκτη. (Tradowsky, et al., 2023).

Τοπικές Καταιγίδες: Οι τοπικές καταιγίδες χαρακτηρίζονται από υψηλή ένταση βροχόπτωσης σε μικρό χρονικό διάστημα και μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες σε αστικές και αγροτικές περιοχές. Οι καταιγίδες αυτές δημιουργούν συνθήκες όπου οι υδάτινες ροές υπερβαίνουν τα όρια των φυσικών και ανθρωπογενών αποχετευτικών συστημάτων, οδηγώντας σε άμεση

πλημμυρική απορροή. Η ένταση και η διάρκεια αυτών των καταιγίδων καθιστούν δύσκολη την απορρόφηση του νερού από το έδαφος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο πλημμύρας. (Sohn et al., 2020; Sun et al., 2021)

Τροπικές Καταιγίδες : Οι τροπικές καταιγίδες είναι ισχυρά μετεωρολογικά φαινόμενα που προκαλούν πλημμύρες μέσω έντονων βροχοπτώσεων, καταιγιστικών κυματισμών και υπερχειλίσης ποταμών. Οι συνεχείς και έντονες βροχές που συνοδεύουν αυτές τις καταιγίδες μπορούν να υπερβούν τη δυνατότητα απορρόφησης του εδάφους, προκαλώντας εκτεταμένες πλημμύρες σε αστικές και αγροτικές περιοχές (Lin et al., 2010). Επιπλέον, οι καταιγιστικοί κυματισμοί, που οφείλονται στους ισχυρούς ανέμους και τη χαμηλή πίεση, μπορούν να αυξήσουν τη στάθμη της θάλασσας, προκαλώντας πλημμύρες σε παράκτιες ζώνες (Woodruff et al., 2013). Τέλος, οι παρατεταμένες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν την υπερχειλίση ποταμών, επιδεινώνοντας την κατάσταση σε ευάλωτες περιοχές. Στις αστικές περιοχές, οι αδιαπέραστες επιφάνειες δυσκολεύουν την αποστράγγιση, οδηγώντας σε πλημμύρες, κυρίως όταν τα συστήματα αποχέτευσης είναι ανεπαρκή. Οι τροπικές καταιγίδες, συνεπώς, αποτελούν σημαντικό κλιματολογικό παράγοντα πλημμυρών, που απαιτεί κατάλληλη διαχείριση κινδύνου για την προστασία ευάλωτων περιοχών (Gori et al., 2022).

- Τήξη Χιονιού

Η τήξη του χιονιού είναι ένας άλλος σημαντικός φυσικός παράγοντας που συμβάλλει στην εμφάνιση πλημμυρών. Κατά την περίοδο της άνοιξης, οι αυξανόμενες θερμοκρασίες προκαλούν την τήξη του χιονιού που έχει συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η ταχεία τήξη του χιονιού, ιδιαίτερα όταν συνοδεύεται από βροχοπτώσεις, μπορεί να αυξήσει δραματικά τη ροή των υδάτων σε ποτάμια και ρυάκια, οδηγώντας σε πλημμυρικά φαινόμενα. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα έντονη σε περιοχές με βαριές χιονοπτώσεις και απότομη άνοδο της θερμοκρασίας κατά την άνοιξη (Javadinejad et al., 2020). Το λιώσιμο του χιονιού αυξάνει την υδάτινη ροή προς τα υδάτινα συστήματα, τα οποία συχνά δεν μπορούν να διαχειριστούν τον αυξημένο όγκο νερού. Επιπλέον, η συνδυαστική επίδραση της τήξης του χιονιού και των βροχοπτώσεων εντείνει την απορροή, δημιουργώντας συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση πλημμυρών (Trenberth, 2005).

- Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Ένας από τους βασικούς φυσικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση πλημμυρών είναι τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Αυτά τα χαρακτηριστικά,

τα οποία περιλαμβάνουν την κλίση του εδάφους, τις κοιλάδες ποταμών και τις λεκάνες απορροής, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση της υδρολογικής απόκρισης ενός τόπου σε υδάτινες κατακρημνίσεις και συμβάλλουν σημαντικά στη συχνότητα και την ένταση των πλημμυρικών γεγονότων. (Habel et al., 2020; Fischer et al., 2006)

Τοπογραφία και Κλίση Εδάφους: Η τοπογραφία μιας περιοχής, δηλαδή το ανάγλυφο και η κλίση του εδάφους, έχει άμεση επίδραση στην απορροή και τη συσσώρευση των υδάτων. Η κλίση του εδάφους αποτελεί έναν από τους πρωταρχικούς γεωμορφολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απορροή του νερού. Σε περιοχές με έντονη κλίση, το νερό της βροχής ρέει ταχέως προς τα χαμηλότερα σημεία, μειώνοντας την ικανότητα του εδάφους να απορροφήσει το νερό. Αυτή η ταχεία απορροή μπορεί να προκαλέσει ξαφνικές πλημμύρες, γνωστές ως πλημμύρες απορροής (flash floods), ιδιαίτερα σε ορεινές περιοχές. Η αυξημένη ταχύτητα του νερού σε περιοχές με απότομη κλίση ενισχύει την διάβρωση του εδάφους, προσθέτοντας επιπλέον προβλήματα στη διαχείριση των υδάτων. Αντίθετα, σε περιοχές με ελάχιστη κλίση, όπως οι πεδιάδες, το νερό δεν μπορεί να ρέει γρήγορα και συνεπώς συσσωρεύεται, οδηγώντας σε εκτεταμένες πλημμύρες. Η αργή απορροή σημαίνει ότι το νερό παραμένει για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, αυξάνοντας την ένταση της πλημμύρας. (Rojas et al., 2012; Van Der Knijff et al., 2008)

Εδαφική Σύνθεση και Διηθητικότητα: Η σύσταση και η δομή του εδάφους επηρεάζουν την ικανότητά του να απορροφά και να διηθά το νερό. Η εδαφική σύνθεση και η διηθητικότητα αποτελούν σημαντικό γεωμορφολογικό στοιχείο καθώς επηρεάζουν την εμφάνιση πλημμυρών. Τα αργιλώδη εδάφη, με την υψηλή τους περιεκτικότητα σε πηλό, παρουσιάζουν χαμηλή διαπερατότητα και διηθητικότητα, γεγονός που περιορίζει την ικανότητα του εδάφους να απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού. Κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, η μειωμένη διηθητικότητα των αργιλωδών εδαφών οδηγεί σε επιφανειακή απορροή, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση υδάτων και την αυξημένη πιθανότητα πλημμυρικών φαινομένων. Αντίθετα, τα αμμώδη εδάφη, λόγω της χαλαρής τους δομής και της υψηλής διαπερατότητάς τους, επιτρέπουν την ταχεία διείσδυση του νερού, μειώνοντας τον κίνδυνο επιφανειακής πλημμύρας. Ωστόσο, σε περιπτώσεις υπερκορεσμού, ακόμα και τα αμμώδη εδάφη μπορεί να αποδειχθούν ανεπαρκή για την αποτροπή πλημμυρών, επιδεικνύοντας την πολυπλοκότητα και την αλληλεξάρτηση των φυσικών παραγόντων που επηρεάζουν τα πλημμυρικά φαινόμενα. (Seneviratne et al., 2021; Trenberth et al., 2003)

Υδρογραφικό Δίκτυο και Λεκάνες Απορροής: Το υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής αποτελεί έναν σημαντικό φυσικό χαρακτηριστικό που συμβάλλει στην πρόκληση πλημμυρών. Η

πυκνότητα και η διάταξη των ποταμών, των ρεμάτων και άλλων υδάτινων οδών επηρεάζουν την ικανότητα της περιοχής να αποστραγγίζει το νερό. Σε περιοχές με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, η ταχεία συγκέντρωση υδάτων μπορεί να οδηγήσει σε υπερχειλίσεις και πλημμυρικά φαινόμενα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Η περιορισμένη χωρητικότητα των υδάτινων οδών δεν επαρκεί για την απορρόφηση των μεγάλων όγκων νερού, προκαλώντας υπερχειλίση και πλημμύρες. Επιπλέον, οι εκβολές ποταμών και οι περιοχές κοντά σε μεγάλες υδάτινες μάζες, όπως λίμνες ή θάλασσες, είναι ιδιαίτερα ευάλωτες, καθώς οι αυξημένες ροές από την ενδοχώρα συναντούν τα υπάρχοντα υδάτινα σώματα, ενισχύοντας την πιθανότητα πλημμυρών. (Habel et al., 2020; Fischer et al., 2006)

Οι λεκάνες απορροής χαρακτηρίζονται από το μέγεθος και τη μορφολογία τους, τα οποία καθορίζουν την ποσότητα και την ταχύτητα της απορροής του νερού. Μεγάλες λεκάνες απορροής μπορούν να συγκεντρώσουν τεράστιες ποσότητες νερού κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, αυξάνοντας τον κίνδυνο εκτεταμένων πλημμυρών. Επιπλέον, η γεωμορφολογία των λεκανών απορροής επηρεάζει την κατανομή και την κατεύθυνση της ροής του νερού, με τις περιοχές που βρίσκονται χαμηλότερα να είναι πιο επιρρεπείς σε πλημμυρικά φαινόμενα. (Jongman et al., 2015; Meraj et al., 2015).

Διάβρωση: Η διάβρωση του εδάφους, που συχνά επιτείνεται από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η αποψίλωση των δασών και η κακή διαχείριση της γης, μπορεί να μειώσει περαιτέρω την ικανότητα απορρόφησης του εδάφους. Η διάβρωση οδηγεί σε απώλεια της ανώτερης στρώσης του εδάφους, η οποία είναι πιο διαπερατή, αφήνοντας πίσω της πιο συμπαγή και λιγότερο διαπερατά στρώματα. Αυτό αυξάνει την απορροή και τον κίνδυνο πλημμυρών, ιδιαίτερα σε περιοχές με απότομη κλίση. (Παπαπέτρου, 2017).

Φυσικές Καταστροφές

Τυφώνες και Κυκλώνες: Οι τυφώνες και οι κυκλώνες είναι μετεωρολογικά φαινόμενα που μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες πλημμύρες μέσω των έντονων βροχοπτώσεων και των υψηλών παλιρροιών που τους συνοδεύουν. Αυτά τα ακραία καιρικά φαινόμενα αποθέτουν τεράστιες ποσότητες νερού σε μεγάλες περιοχές σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ οι ισχυροί άνεμοι και τα κύματα μπορούν να οδηγήσουν σε παράκτιες πλημμύρες. Σύμφωνα με μελέτες, η ένταση των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια αυτών των φαινομένων μπορεί να υπερβεί τα 300 χιλιοστά μέσα σε 24 ώρες, προκαλώντας σοβαρές πλημμύρες (Knabb, Rhome, & Brown, 2005; Bender et al., 2010). Οι υψηλές παλιρροίες και οι καταιγιστικοί κυματισμοί, που προκαλούνται

από τους ισχυρούς ανέμους και τη χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση, μπορούν να αυξήσουν τη στάθμη της θάλασσας έως και 5 μέτρα, προκαλώντας καταστροφικές παράκτιες πλημμύρες (Jelesnianski, Chen, & Shaffer, 1992; Needham, Keim, & Sathiaraj, 2015). Επιπλέον, τα ισχυρά κύματα που δημιουργούνται από τους ανέμους αυτών των φαινομένων μπορούν να ενισχύσουν τις πλημμύρες, παρασύροντας νερό στην ξηρά και καταστρέφοντας υποδομές (Fritz et al., 2007; Emanuel, 2005).

Σεισμοί και Κατολισθήσεις: Οι σεισμοί μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες με διάφορους τρόπους, όπως την αλλαγή της ροής των ποταμών, την κατάρρευση φραγμάτων ή τη δημιουργία τσουνάμι, τα οποία πλημμυρίζουν τις παράκτιες περιοχές. Επιπλέον, οι κατολισθήσεις που προκαλούνται από σεισμούς ή έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να φράξουν ποταμούς και ρυάκια, οδηγώντας σε τοπικές πλημμύρες (Kurt, 2023).

Ανθρωπογενείς Παράγοντες

Οι ανθρωπογενείς παράγοντες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της συχνότητας και της έντασης των πλημμυρών. Η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει σημαντική επίδραση στις φυσικές διεργασίες που σχετίζονται με τις πλημμύρες, επηρεάζοντας αρνητικά τη φυσική ικανότητα των οικοσυστημάτων να απορροφούν και να διαχειρίζονται τα υδάτινα φορτία. Ακολουθεί μια ανάλυση των κυριότερων ανθρωπογενών παραγόντων που συμβάλλουν στις πλημμύρες: αστικοποίηση, αποψίλωση δασών και ανεπαρκής διαχείριση υδάτων (Kaburu et al., 2019; Khaleghi, 2017).

Αστικοποίηση: Η αστικοποίηση αποτελεί έναν από τους κυριότερους ανθρωπογενείς παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση των πλημμυρών. Καθώς οι πόλεις και τα αστικά κέντρα επεκτείνονται, οι φυσικές επιφάνειες του εδάφους αντικαθίστανται από αδιαπέραστα υλικά όπως άσφαλτο, σκυρόδεμα και κτίρια, τα οποία μειώνουν δραστικά την ικανότητα του εδάφους να απορροφά το νερό της βροχής. Αυτή η μείωση της διαπερατότητας οδηγεί σε αυξημένη επιφανειακή απορροή, κατευθύνοντας μεγάλες ποσότητες νερού προς τα ποτάμια και τα αποχετευτικά συστήματα (Parsasyrat & Jamali, 2015). Επιπροσθέτως, τα αποχετευτικά συστήματα των πόλεων συχνά δεν είναι σχεδιασμένα να διαχειριστούν τον αυξημένο όγκο νερού που προκύπτει από έντονες βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα να υπερφορτώνονται και να προκαλούν πλημμύρες (Ertan & Çelik, 2021). Η απουσία φυσικών περιοχών απορρόφησης, όπως πάρκα και πράσινοι χώροι, επιδεινώνει το πρόβλημα, καθώς το νερό δεν μπορεί να απορροφηθεί και κατευθύνεται απευθείας στα αποχετευτικά δίκτυα και τις υδάτινες οδούς,

αυξάνοντας την ταχύτητα και την ένταση των υδάτινων ροών και κατά συνέπεια τον κίνδυνο πλημμυρών (Twohig et al., 2022).

Αποψίλωση Δασών: Η αποψίλωση των δασών είναι ένας σημαντικός ανθρωπογενής παράγοντας που συμβάλλει καθοριστικά στις πλημμύρες. Τα δάση λειτουργούν ως φυσικά σφουγγάρια, απορροφώντας το νερό της βροχής και μειώνοντας την επιφανειακή απορροή προς ποτάμια και ρυάκια. Όταν τα δάση καταστρέφονται ή αποψιλώνονται, αυτή η ικανότητα απορρόφησης μειώνεται δραστικά, οδηγώντας σε αυξημένη επιφανειακή απορροή. Επιπλέον, η αποψίλωση προκαλεί διάβρωση του εδάφους, καθιστώντας το πιο συμπαγές και λιγότερο διαπερατό, αυξάνοντας έτσι την επιφανειακή απορροή. Αυτή η διάβρωση μειώνει την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών (Borrelli et al., 2017). Συχνά, η αποψίλωση συνοδεύεται από αλλαγές στη χρήση της γης, όπως η μετατροπή δασικών εκτάσεων σε γεωργικές ή οικιστικές περιοχές, γεγονός που επιδεινώνει το πρόβλημα, καθώς αυτές οι νέες χρήσεις δεν έχουν την ίδια ικανότητα απορρόφησης και διαχείρισης του νερού όπως τα δάση (Van Rompaey et al., 2002). Η αποψίλωση αυξάνει επίσης τον κίνδυνο πλημμυρών μέσω αλλαγών στη μορφολογία του εδάφους και στην υδρολογική απόκριση των περιοχών (Hajian et al., 2019).

Ανεπαρκής Διαχείριση Υδάτων: Η ανεπαρκής διαχείριση υδάτων αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα που συντελεί στην εμφάνιση πλημμυρών. Η κατασκευή φραγμάτων, καναλιών και άλλων υδρολογικών υποδομών χωρίς τον απαραίτητο σχεδιασμό και τη σωστή συντήρηση μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αποτυχίες. Για παράδειγμα, τα φράγματα μπορεί να αποτύχουν λόγω υπερφόρτωσης ή ακατάλληλης συντήρησης, απελευθερώνοντας απότομα μεγάλες ποσότητες νερού, προκαλώντας πλημμύρες στις περιοχές κατόντη (Vahedifard et al., 2021). Επιπλέον, η ευθυγράμμιση και η κατασκευή καναλιών συχνά αλλοιώνουν τη φυσική ροή των υδάτων, μετατοπίζοντας το πρόβλημα των πλημμυρών σε άλλες περιοχές (Ward et al., 2020). Η απομάκρυνση των φυσικών πλημμυρικών πεδίων, που λειτουργούν ως φυσικές δεξαμενές υπερχειλίσης κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, επιδεινώνει το πρόβλημα, καθώς χωρίς αυτά τα πεδία το νερό δεν έχει που να αποθηκευτεί, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών (Hankin et al., 2020).

Γεωργικές Πρακτικές: Οι σύγχρονες γεωργικές πρακτικές μπορούν επίσης να συμβάλουν στις πλημμύρες. Η εκτεταμένη χρήση αρδευτικών συστημάτων, η αποξήρανση υγροτόπων και η καλλιέργεια γης σε περιοχές με έντονη κλίση αυξάνουν την επιφανειακή απορροή. Οι γεωργικές εκτάσεις, ειδικά όταν δεν υπάρχει σωστή διαχείριση της γης, δεν μπορούν να απορροφήσουν το νερό της βροχής με την ίδια αποτελεσματικότητα όπως τα φυσικά οικοσυστήματα. Η εντατική

καλλιέργεια και η χρήση βαρέων γεωργικών μηχανημάτων συμβάλλουν στη συμπίεση του εδάφους, μειώνοντας τη διαπερατότητά του και αυξάνοντας την απορροή (Ong & Oregó, 2002; Gurovich & Oyarce, 2015).

Συνδυασμός Παραγόντων

Η πρόκληση πλημμυρών είναι συχνά αποτέλεσμα του συνδυασμού πολλαπλών φυσικών παραγόντων, οι οποίοι αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με πολύπλοκους τρόπους. Ένας συνδυασμός έντονων βροχοπτώσεων, γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών και υδρογραφικού δικτύου μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές πλημμύρες. Οι έντονες και παρατεταμένες βροχοπτώσεις αυξάνουν δραστικά τον όγκο των υδάτων που πρέπει να απορροφηθούν από το έδαφος και να αποστραγγιστούν από τα υδάτινα δίκτυα (Bathrellos et al., 2016). Σε περιοχές με αργιλώδη εδάφη, η χαμηλή διαπερατότητα περιορίζει την απορρόφηση του νερού, ενώ οι πεδινές περιοχές με μικρή κλίση ευνοούν τη συσσώρευση υδάτων στην επιφάνεια (Canale et al., 2022). Ταυτόχρονα, ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο με περιορισμένη χωρητικότητα μπορεί να υπερχειλίσει, οδηγώντας σε γρήγορη διάδοση των πλημμυρικών υδάτων (Faccini et al., 2012). Ειδικά σε εκβολές ποταμών ή περιοχές κοντά σε μεγάλες λίμνες και θάλασσες, η συνάντηση αυξημένων ροών από την ενδοχώρα με τα υπάρχοντα υδάτινα σώματα ενισχύει περαιτέρω τον κίνδυνο πλημμύρας (Olabode et al., 2020).

Μία από τις πιο δημοφιλείς κατηγορίες πλημμυρών είναι η διαφορά μεταξύ άμεσων και έμμεσων και διαβαθμισμένων και μη διαβαθμισμένων πλημμυρών. Οι άμεσες ζημιές από πλημμύρες είναι το αποτέλεσμα της άμεσης προβολής της πλημμύρας στο φυσικό περιβάλλον. Το χωρικό όριο βρίσκεται στην πλημμυρική πεδιάδα. Οι έμμεσες ζημιές από πλημμύρες προκύπτουν αφού η πλημμύρα προκαλεί προβλήματα στις κοινωνικοοικονομικές πτυχές μιας περιοχής. Το χωρικό όριο εκτείνεται πέρα από την πλημμυρική πεδιάδα. Οι άμεσες και έμμεσες ζημιές από πλημμύρες διακρίνονται σε εκτιμώμενες και μη εκτιμώμενες ζημιές, αντίστοιχα. Μη αναγνωρισμένες ζημιές. Ενώ οι εκτιμώμενες ζημιές εκφράζονται σε οικονομικούς όρους, όπως οι ζημιές σε σπίτια και οι δομικές ζημιές, οι εκτιμώμενες ζημιές είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η απώλεια ανθρώπινων ζώων, η καταστροφή της πολιτιστικής κληρονομιάς και η ρύπανση (Messner & Meyer, 2006).

- **Απώλεια ανθρώπινων ζώων και τραυματισμός τους**

Μία από τις πιο άμεσες και τραγικές συνέπειες των πλημμυρών είναι ο κίνδυνος θανάτου και τραυματισμού. Ένα γεγονός ταχείας δράσης όπως μια πλημμύρα μπορεί να ακινητοποιήσει

τους ανθρώπους και να τους αφήσει λίγο χρόνο για να εκκενώσουν. Πνιγμοί, τραυματισμοί και ασθένειες που προκαλούνται από το νερό είναι κοινές αιτίες τραυματισμού και θανάτου κατά τη διάρκεια πλημμυρών.

- **Ζημιές σε υποδομές**

Οι πλημμύρες αποτελούν σοβαρή απειλή για τις υποδομές, συμπεριλαμβανομένων των δρόμων, των γεφυρών, των κτιρίων και των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας. Η δύναμη της απορροής μπορεί να διαβρώσει το έδαφος, να υπονομεύσει τα θεμέλια και να προκαλέσει δομική κατάρρευση. Δρόμοι και γέφυρες μπορεί να χαθούν, διαταράσσοντας τα δίκτυα μεταφορών, θέτοντας σε κίνδυνο την ακεραιότητα των κτιρίων και προκαλώντας μακροπρόθεσμες ζημιές.

- **Αγροτικά προβλήματα**

Οι πλημμύρες μπορούν να καταστρέψουν καλλιέργειες και γεωργική γη και να προκαλέσουν σημαντικές γεωργικές απώλειες. Τα κορεσμένα εδάφη και τα πλημμυρισμένα χωράφια μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγή τροφίμων πλημμυρίζοντας ή καταστρέφοντας τις καλλιέργειες. Η διάβρωση του εδάφους λόγω των πλημμυρών μπορεί να επηρεάσει τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα με την εξάντληση των θρεπτικών στοιχείων και τη μείωση της γονιμότητας της γεωργικής γης.

- **Οικονομικά κι κοινωνικά προβλήματα**

Οι οικονομικές επιπτώσεις των πλημμυρών είναι σημαντικές και επηρεάζουν τις τοπικές και εθνικές οικονομίες. Οι κατεστραμμένες υποδομές και οι διακοπές της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να προκαλέσουν διακοπές ή κλείσιμο επιχειρήσεων. Το κόστος ανασυγκρότησης και ανάκτησης μπορεί να επιβαρύνει τα δημόσια οικονομικά και να οδηγήσει σε εκτοξεύσεις των ασφαλιστικών πληρωμών, επηρεάζοντας τη συνολική οικονομική σταθερότητα της περιοχής (Svetlana et al., 2015).

Επιπλέον, οδηγούν σε σημαντικά κοινωνικά προβλήματα. Οι πλημμύρες ως φυσικές καταστροφές επηρεάζουν την κοινωνική σταθερότητα. Εάν περισσότεροι άνθρωποι ζουν σε ευάλωτες περιοχές και περισσότερες εταιρείες εγκαθίστανται σε αυτές τις περιοχές, ο αντίκτυπος των πλημμυρών στην κοινωνία θα είναι μεγαλύτερος. Περισσότερα κτίρια θα πρέπει να εκκενωθούν, περισσότεροι άνθρωποι θα πρέπει να λάβουν καταφύγιο έκτακτης ανάγκης και περισσότεροι εργαζόμενοι δεν θα μπορούν να βγάλουν χρήματα επειδή θα πρέπει να σώσουν

και να διαχειριστούν τις περιουσίες τους. Πολλές επιχειρήσεις σταματούν ξαφνικά την παραγωγή, οι υπηρεσίες δεν θα είναι διαθέσιμες, οι δημοτικοί προϋπολογισμοί δεν θα είναι ισορροπημένοι λόγω απροσδόκητης έλλειψης φορολογικών εσόδων και οι δημόσιες υπηρεσίες δεν θα χρηματοδοτούνται (Seifert, 2012).

- **Μετακίνηση πληθυσμού**

Οι πλημμύρες συχνά προκαλούν εκτοπισμό, καθώς οι άνθρωποι αναγκάζονται να μετακινηθούν από τα σπίτια τους. Μπορεί να δημιουργηθούν προσωρινά καταφύγια και οι εκτοπισμένοι να έχουν δυσκολία πρόσβασης σε βασικές ανάγκες, όπως τροφή, νερό και ιατρική περίθαλψη. Μακροπρόθεσμα, η μετανάστευση μπορεί να προκαλέσει κοινωνική και οικονομική αναταραχή.

- **Επιπτώσεις στην ποιότητα και ποσότητα των υδάτων**

Οι πλημμύρες μπορούν να επηρεάσουν τους υδάτινους πόρους τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Τα νερά των πλημμυρών μπορούν να μεταφέρουν ρύπους, ακαθαρσίες και παθογόνους παράγοντες, προκαλώντας προβλήματα ποιότητας του νερού. Τα συστήματα αποχέτευσης μπορούν να απελευθερώσουν επιβλαβή βακτήρια και χημικές ουσίες στα νερά των πλημμυρών. Η μόλυνση των αποθεμάτων πόσιμου νερού μπορεί να θέσει σοβαρούς κινδύνους για την υγεία και να συμβάλει στην εξάπλωση ασθενειών που μεταδίδονται με νερό. Οι μολυσμένες πλημμύρες υποβαθμίζουν την ποιότητα των πηγών γλυκού νερού, καθιστώντας τις ακατάλληλες για κατανάλωση και γεωργία. Επιπλέον, η υπερβολική καθίζηση και οι αλλαγές ροής μπορούν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα και τη διανομή των υδάτινων πόρων.

- **Επιπτώσεις στο οικοσύστημα**

Οι πλημμύρες μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα. Τα υδάτινα ενδιαιτήματα μπορούν να αλλοιωθούν, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην κατανομή και την αφθονία των ειδών. Η καταστροφή των οικοτόπων μπορεί να μειώσει τους πληθυσμούς των ψαριών και τα ιζήματα και η απορροή ρύπων μπορούν να βλάψουν την υδρόβια ζωή. Οι παράκτιες περιοχές και οι υγρότοποι, που είναι σημαντικοί για τη βιοποικιλότητα, είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στις πλημμύρες.

Επιπλέον, μπορούν να προκαλέσουν μόνιμες αλλαγές στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, τα κανάλια των ποταμών μπορούν να αλλάξουν και τα ιζήματα μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά του τοπίου. Οι αλλαγές στη φυτική κάλυψη και τη σύνθεση του

εδάφους μπορεί να επιμείνουν για χρόνια και να επηρεάσουν τη σταθερότητα και την προσαρμογή του οικοσυστήματος.

- **Κοινωνικές και ψυχολογικές επιπτώσεις**

Οι κοινωνικές και ψυχολογικές επιπτώσεις των πλημμυρών στις πληγείσες κοινότητες είναι σημαντικές. Η διαταραχή της καθημερινής ζωής, η απώλεια σπιτιού και η καταστροφή οικείων τοπίων μπορεί να προκαλέσουν στρες, άγχος και προβλήματα ψυχικής υγείας. Η μακροπρόθεσμη διαδικασία ανάκαμψης μπορεί να επιβαρύνει τη συνοχή της κοινότητας.

- **Μετάδοση ασθενειών**

Τα στάσιμα νερά των πλημμυρών γίνονται τόποι αναπαραγωγής για φορείς ασθενειών όπως τα κουνούπια. Η εξάπλωση αυτών των φορέων μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ασθενειών που μεταδίδονται από φορείς όπως η ελονοσία, ο δάγγειος πυρετός και ο ιός του Δυτικού Νείλου. Η μεταπλημμυρική περίοδος απαιτεί μέτρα δημόσιας υγείας για την πρόληψη των εστιών ασθενειών.

- **Προβλήματα στις υποδομές**

Πολλές σύγχρονες κοινωνίες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε πολύπλοκα συστήματα υποδομής όπως δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, δίκτυα επικοινωνιών και συστήματα ύδρευσης. Οι πλημμύρες μπορούν να διαταράξουν αυτές τις βασικές υπηρεσίες, προκαλώντας διακοπές ρεύματος, διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος, έλλειψη νερού και άλλα προβλήματα που επιδεινώνονται κατά τη διάρκεια και μετά από μια πλημμύρα.

Κεφάλαιο 3.

Προσαρμοστικότητα και Ανθρώπινα Οικοσυστήματα

3.1. Ο Προσαρμοστικότητας σε Πλημμυρικά φαινόμενα

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα εξεταστεί η θεμελιώδης ανάγκη για τη συστηματική και επιστημονική διερεύνηση των εννοιών της προσαρμοστικότητας και της ανθεκτικότητας στα ανθρώπινα οικοσυστήματα απέναντι σε φυσικές καταστροφές, εστιάζοντας ιδιαίτερα στις πλημμύρες. Αυτές οι καταστροφές έχουν αναδειχθεί σε μια ολοένα αυξανόμενη απειλή, κυρίως λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, που μεταβάλλει τα υδρολογικά πρότυπα και εντείνει τις ακραίες καιρικές συνθήκες. Η προσαρμοστικότητα αναφέρεται στη δυνατότητα ενός συστήματος να διαχειρίζεται τις αρνητικές συνέπειες των μεταβολών, διατηρώντας παράλληλα τη λειτουργική του συνέχεια και την ικανότητα να προσαρμόζεται σε νέες συνθήκες. Αυτή η έννοια είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανθεκτικότητα, η οποία ενσωματώνει την ικανότητα του συστήματος να ανακάμπτει και να αποκαθιστά τη λειτουργικότητά του μετά από διαταραχές, όπως είναι οι φυσικές καταστροφές. Η διαχείριση των πλημμυρών συνιστά μια πολυδιάστατη διαδικασία που απαιτεί την εφαρμογή στρατηγικών σε διάφορα επίπεδα: πρόληψης, ετοιμότητας, άμεσης απόκρισης και αποκατάστασης μετά την καταστροφή. Κάθε μία από αυτές τις φάσεις είναι κρίσιμη για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πλημμυρών και την ελαχιστοποίηση των ζημιών που προκύπτουν. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των κοινοτήτων πραγματοποιείται μέσω μιας πολυπαραμετρικής προσέγγισης, η οποία ενσωματώνει μια σειρά από παράγοντες: κοινωνικοοικονομικούς, περιβαλλοντικούς, υγειονομικούς, θεσμικούς και τεχνολογικούς. Η ολοκληρωμένη προσέγγιση είναι καίριας σημασίας για την ανάπτυξη στρατηγικών που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των πλημμυρών και στην ενίσχυση της ικανότητας των κοινοτήτων να ανακάμπτουν και να προσαρμόζονται σε ένα περιβάλλον που υπόκειται σε συνεχείς και ραγδαίες μεταβολές. Η ενσωμάτωση αυτών των παραμέτρων θα επιτρέψει την ανάπτυξη πιο ανθεκτικών κοινοτήτων, ικανών να αντεπεξέρχονται στις προκλήσεις που θέτει η κλιματική αλλαγή και οι φυσικές καταστροφές (Hallegatte, et al., 2020).

3.1.1. Η Εννοιολογική προσέγγιση της Προσαρμοστικότητας

Η προσαρμοστικότητα ορίζεται γενικά ως η ικανότητα ενός συστήματος να διαχειρίζεται τις αρνητικές επιπτώσεις των αλλαγών ή των διαταραχών, διατηρώντας τη λειτουργία και την ομαλότητά του. Στο πεδίο της κλιματικής αλλαγής όπου ανήκουν τα πλημμυρικά φαινόμενα, η προσαρμοστικότητα περιλαμβάνει τόσο τις δομικές (υποδομές, τεχνολογία) όσο και τις μη δομικές (διακυβέρνηση, εκπαίδευση, κοινωνική συνοχή) διαστάσεις (Hallegatte, et al., 2020).

Η έννοια της προσαρμοστικότητας (Adaptability) σχετίζεται άμεσα με την ανθεκτικότητα (Resilience), η οποία επικεντρώνεται στην ικανότητα ενός συστήματος να ανακάμπτει μετά από διαταραχή. Ωστόσο, η προσαρμοστικότητα είναι πιο προληπτική ως έννοια, καθώς επιδιώκει να ενισχύσει τις δυνατότητες ενός συστήματος πριν συμβεί μια καταστροφή, όπως οι πλημμύρες. Ο στόχος είναι η πρόληψη ή η μείωση των επιπτώσεων, αντί να εστιάζεται αποκλειστικά στην ανάκαμψη μετά το συμβάν (Hallegatte et al., 2020).

Η έννοια αυτή περιλαμβάνει πολλές διαστάσεις, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων και στρατηγικών. Στόχος είναι να ενισχυθούν οι ικανότητες μιας κοινωνίας να ανταπεξέλθει στις συνέπειες των πλημμυρών και να μειωθεί η έκθεση στον κίνδυνο. Οι βασικές διαστάσεις της προσαρμοστικότητας σε σχέση με τις πλημμύρες περιλαμβάνουν τη φυσική και τεχνολογική προσαρμογή, την κοινωνική προσαρμογή, την οικονομική προσαρμογή και την πολιτική και θεσμική προσαρμογή.

Φυσική και Τεχνολογική Προσαρμογή

Η φυσική και τεχνολογική προσαρμογή επικεντρώνεται στη χρήση τεχνολογίας και υποδομών για τη μείωση των επιπτώσεων των πλημμυρών. Οι αντιπλημμυρικές υποδομές, όπως τα φράγματα, τα αναχώματα και τα αποχετευτικά δίκτυα, λειτουργούν ως φυσικά εμπόδια που αναχαιτίζουν το νερό και αποτρέπουν τις πλημμύρες σε κατοικημένες περιοχές (Meng et al., 2020). Παράλληλα, η χρήση νέων υλικών στις κατασκευές συμβάλλει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των κτιρίων απέναντι στις πλημμύρες. Καινοτόμες τεχνολογίες, όπως τα συστήματα πρόγνωσης πλημμυρών και οι δορυφορικές τεχνολογίες, προσφέρουν έγκαιρη προειδοποίηση και βοηθούν στην καλύτερη προετοιμασία για τα πλημμυρικά φαινόμενα (Espada et al., 2017).

Κοινωνική Προσαρμογή

Η κοινωνική προσαρμογή σχετίζεται με την ικανότητα των κοινοτήτων να προετοιμάζονται και να αντιδρούν σε πλημμυρικά φαινόμενα, ενισχύοντας τη συνεργασία και την κοινωνική συνοχή. Η εκπαίδευση των πολιτών και η σωστή ενημέρωσή τους για τους κινδύνους που συνδέονται με τις πλημμύρες, καθώς και για τις ενδεδειγμένες αντιδράσεις σε τέτοιες καταστάσεις, αποτελούν βασικά στοιχεία αυτής της διαδικασίας. Όσο περισσότερο ενημερωμένοι και προετοιμασμένοι είναι οι πολίτες, τόσο πιο ικανοί είναι να προστατεύσουν τον εαυτό τους και την περιουσία τους (Espada et al., 2017).

Οικονομική Προσαρμογή

Η οικονομική προσαρμογή αφορά τη λήψη μέτρων που διασφαλίζουν την οικονομική σταθερότητα και την ανάκαμψη μετά από πλημμυρικές καταστροφές. Βασικές στρατηγικές περιλαμβάνουν την ασφαλιστική κάλυψη για κατοικίες και επιχειρήσεις, ώστε να προστατεύονται από οικονομικές απώλειες λόγω πλημμυρών. Ένας ακόμη τρόπος οικονομικής προσαρμογής είναι η δημιουργία ειδικών ταμείων για την αντιμετώπιση καταστροφών, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την άμεση αποκατάσταση των υποδομών και την παροχή βοήθειας στους πολίτες που έχουν πληγεί (Haer et al., 2017).

Πολιτική και Θεσμική Προσαρμογή

Η πολιτική και θεσμική προσαρμογή αφορά στη δημιουργία και εφαρμογή πολιτικών και κανονισμών που ενισχύουν την ανθεκτικότητα της κοινωνίας απέναντι στις πλημμύρες. Οι δημόσιες πολιτικές που επικεντρώνονται στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτων, στην αστική ανάπτυξη και στην προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την προσαρμοστικότητα. Τέτοιες πολιτικές περιλαμβάνουν τη χρήση βέλτιστων πρακτικών στη χωροταξία, την αποτροπή της ανεξέλεγκτης δόμησης σε περιοχές υψηλού κινδύνου και την προώθηση της βιώσιμης διαχείρισης των φυσικών πόρων. (Carter et al., 2018)

3.1.2. Συσχέτιση Προσαρμοστικότητας και Διαχείρισης Πλημμυρών

Στην διαχείριση κρίσεων και καταστροφών ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην έννοια της προσαρμοστικότητας, όπου στην παρούσα διπλωματική έχει παρατεθεί η εννοιολογική προσέγγιση της στο υποκεφάλαιο 3.1.1. Ωστόσο δεδομένης της συσχέτισης του όρου προσαρμοστικότητα και διαχείριση πλημμυρών θα αναλυθεί ξεχωριστά και η διαχείριση κρίσεων και καταστροφών με εστίαση στο φαινόμενο των πλημμυρών όπου αποτελεί και το επίκεντρο της παρούσας διπλωματικής.

Πιο αναλυτικά, η διαχείριση πλημμυρών αφορά την οργανωμένη προσπάθεια περιορισμού των αρνητικών συνεπειών των πλημμυρών μέσω της ανάπτυξης στρατηγικών πρόληψης και ελέγχου, της άμεσης απόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και της αποκατάστασης μετά την καταστροφή. Η έννοια της διαχείρισης πλημμυρών περιλαμβάνει τόσο τα μέτρα για την προστασία της ανθρώπινης ζωής, της περιουσίας και του φυσικού περιβάλλοντος όσο και την ορθολογική χρήση των πόρων για την εξισορρόπηση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών αναγκών. (Tariq et al.,2020)

Η αποτελεσματική διαχείριση των πλημμυρών είναι μια πολυδιάστατη όπως γίνεται φανερό διαδικασία που περιλαμβάνει τέσσερις κύριες κατηγορίες δράσεων: πρόληψη, ετοιμότητα, αντιμετώπιση και αποκατάσταση. Κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες είναι ζωτικής σημασίας για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των πλημμυρών και την ενίσχυση (Καμπουροπουλος,2015).

- **Πρόληψη:** Η πρόληψη είναι το πρώτο και πιο σημαντικό βήμα στη διαχείριση των πλημμυρών, με στόχο τη μείωση του κινδύνου πλημμυρών. Περιλαμβάνει μέτρα όπως ο έλεγχος της χρήσης γης, η πρόληψη της ανάπτυξης σε ευάλωτες περιοχές όπως οι όχθες ποταμών. Η κατασκευή φραγμάτων, αναχωμάτων και άλλων υδραυλικών κατασκευών είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τη συγκράτηση του νερού και τη μείωση της πιθανότητας υπερχειλίσσης του ποταμού. Επιπλέον, η διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων όπως τα δάση και οι υγράτοποι διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο, καθώς λειτουργούν ως φυσικά εμπόδια, απορροφώντας μεγάλες ποσότητες νερού και περιορίζοντας την επιφανειακή απορροή. Εάν εφαρμοστούν σωστά, αυτά τα προληπτικά μέτρα μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο και την έκταση των πλημμυρών.
- **Ετοιμότητα:** Η ετοιμότητα είναι η δεύτερη κατηγορία δράσεων και περιλαμβάνει την προετοιμασία των κοινοτήτων για την πιθανότητα πλημμυρών. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης που ενημερώνουν τους πολίτες για επικείμενους κινδύνους, δίνοντάς τους χρόνο να λάβουν τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα. Η δημόσια εκπαίδευση είναι επίσης ζωτικής σημασίας, καθώς οι ενημερωμένοι πολίτες γνωρίζουν πώς να αντιδρούν σε περίπτωση πλημμύρας, μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες τραυματισμού ή απώλειας. Η οργάνωση σχεδίων έκτακτης ανάγκης, όπως τα σχέδια εκκένωσης, διασφαλίζει ότι οι κοινότητες μπορούν να ανταποκριθούν γρήγορα και αποτελεσματικά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- **Απόκριση:** Η απόκριση αναφέρεται στις ενέργειες που έγιναν κατά τη διάρκεια μιας πλημμύρας. Αυτό περιλαμβάνει την άμεση εκκένωση των πληγεισών περιοχών για την προστασία της ανθρώπινης ζωής, καθώς και την οργάνωση και τη διεξαγωγή

επιχειρήσεων διάσωσης για ανθρώπους και ζώα που κινδυνεύουν. Η παροχή άμεσης βοήθειας στους πληγέντες, όπως καταφύγια, τροφή και ιατρική περίθαλψη, είναι επίσης κρίσιμη για τη μείωση των συνεπειών.

- **Αποκατάσταση:** Η ανάκτηση περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που έγιναν μετά την πλημμύρα για την αποκατάσταση της ζημιάς. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανακατασκευή κατεστραμμένων υποδομών, όπως δρόμους, γέφυρες και δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης. Περιλαμβάνει επίσης την αποκατάσταση των επηρεαζόμενων φυσικών οικοσυστημάτων, όπως η αναδάσωση και η αποκατάσταση υγροτόπων. Η ανάκαμψη βοηθά τις κοινότητες να ανακάμψουν από την καταστροφή και να ενισχύσουν την ανθεκτικότητά τους, διασφαλίζοντας ότι είναι καλύτερα προετοιμασμένες για μελλοντικές πλημμύρες.

Η διαχείριση πλημμυρών, όπως αναλύθηκε, αποτελεί μια πολυδιάστατη διαδικασία που απαιτεί συστηματική προσέγγιση και συντονισμένη δράση σε όλα τα στάδια – από την πρόληψη και την ετοιμότητα μέχρι την άμεση απόκριση και την αποκατάσταση. Η επιτυχής εφαρμογή αυτών των μέτρων είναι καθοριστική για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των πλημμυρικών φαινομένων και την προστασία των ανθρώπινων ζώων, των περιουσιών και του περιβάλλοντος. Σε συνδυασμό με την προσαρμοστικότητα, η διαχείριση πλημμυρών συμβάλλει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των κοινωνιών, καθιστώντας τις ικανές να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις που θέτει η κλιματική αλλαγή και να προσαρμόζονται σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, οι κοινότητες μπορούν όχι μόνο να ανακάμπτουν από τις καταστροφές αλλά και να προετοιμάζονται καλύτερα για μελλοντικές απειλές, διασφαλίζοντας τη βιώσιμη ανάπτυξή τους.

3.1.3. Πολυπαραμετρική Αξιολόγηση της Ανθεκτικότητας Κοινοτήτων στις Πλημμύρες

Η ανθεκτικότητα των κοινοτήτων στις φυσικές καταστροφές, ιδίως στις πλημμύρες, έχει γίνει ένας κρίσιμος τομέας μελέτης λόγω της αυξανόμενης συχνότητας και έντασης τέτοιων γεγονότων. Η ανθεκτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα μιας κοινότητας να αντέχει, να προσαρμόζεται και να ανακάμπτει από καταστροφές όπως έχει αναφερθεί. Η αξιολόγηση και η μέτρηση αυτής είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη στρατηγικών που ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις των πλημμυρών και ενισχύουν την ικανότητα των κοινοτήτων να ανακάμπτουν γρήγορα.

Δεδομένης της πολυπλοκότητας της ανθεκτικότητας, μια πολυδιάστατη προσέγγιση που ενσωματώνει κοινωνικοοικονομικούς, περιβαλλοντικούς, υγειονομικούς, θεσμικούς και

τεχνολογικούς παράγοντες είναι απαραίτητη για μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση. Το Πλαίσιο Ανθεκτικότητας της Κοινότητας (Community Resilience Framework - CRF) που προτάθηκε από τους Cutter et al. (2014) είναι μια τέτοια προσέγγιση, προσφέροντας μια ολιστική προοπτική που λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των διαφόρων διαστάσεων. Το πλαίσιο αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της κατανόησης των κοινωνικών δομών, της οικονομικής σταθερότητας, της ποιότητας των περιβαλλοντικών πόρων, της υγειονομικής επάρκειας, της θεσμικής ετοιμότητας και της τεχνολογικής υποδομής για την αξιολόγηση και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των κοινοτήτων.



Εικόνα 1: Community Resilience Framework-Πλαίσιο
Ανθεκτικότητας της Κοινότητας, (Gall,2013).

Κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες: Οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες αποτελούν θεμελιώδες στοιχείο των αξιολογήσεων της ανθεκτικότητας. Μελέτες έχουν δείξει ότι η οικονομική κατάσταση μιας κοινότητας, συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων εισοδήματος, των ποσοστών απασχόλησης και της πρόσβασης σε πόρους, επηρεάζει σημαντικά την ικανότητά της να ανακάμπτει από πλημμύρες (Cutter et al., 2003). Επιπλέον, το κοινωνικό κεφάλαιο, το οποίο περιλαμβάνει δίκτυα σχέσεων, εμπιστοσύνη και δέσμευση στην κοινότητα, έχει

αναγνωριστεί ως κρίσιμος παράγοντας ανθεκτικότητας. Η έρευνα των Aldrich και Meyer (2015) υπογραμμίζει ότι οι κοινότητες με ισχυρό κοινωνικό κεφάλαιο είναι πιο ικανές να κινητοποιήσουν πόρους και να υποστηρίξουν τις προσπάθειες ανάκαμψης μετά από καταστροφές.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες: Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της ανθεκτικότητας της κοινότητας. Το φυσικό περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης γης, της φυτοκάλυψης και της κατάστασης των υποδομών, όπως τα αναχώματα και τα συστήματα αποχέτευσης, μπορεί είτε να μετριάσει είτε να επιδεινώσει τις επιπτώσεις των πλημμυρών. Μελέτες των Araya-Muñoz κ.ά. (2019) υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στις αξιολογήσεις ανθεκτικότητας, καθώς τα οικοσυστήματα που είναι καλά διατηρημένα και πλούσια σε βιοποικιλότητα τείνουν να παρέχουν φυσικούς ρυθμιστές έναντι των πλημμυρών. Επιπλέον, η περιβαλλοντική υποβάθμιση, όπως η αποψίλωση των δασών και η αστικοποίηση, έχει συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας και μειωμένη ανθεκτικότητα των κοινοτήτων (Tingsanchali, 2012).

Υγειονομικοί παράγοντες: Η ανθεκτικότητα της υγείας είναι μια άλλη κρίσιμη διάσταση, καθώς η σωματική και ψυχική ευεξία των ατόμων σε μια κοινότητα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις προσπάθειες ανάκαμψης. Η έρευνα του Keim (2008) υπογραμμίζει τη σημασία των υποδομών δημόσιας υγείας στην ανθεκτικότητα σε καταστροφές, σημειώνοντας ότι οι κοινότητες με ισχυρά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης είναι καλύτερα εξοπλισμένες για να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις των πλημμυρών στην υγεία, όπως οι υδατογενείς ασθένειες και οι τραυματισμοί. Επιπλέον, η υποστήριξη της ψυχικής υγείας είναι απαραίτητη για τον μετριασμό των μακροπρόθεσμων ψυχολογικών επιπτώσεων των καταστροφών.

Θεσμικοί παράγοντες: Η θεσμική ανθεκτικότητα αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα των δομών διακυβέρνησης, των πολιτικών και των συστημάτων διαχείρισης καταστροφών όσον αφορά την προετοιμασία και την αντιμετώπιση των πλημμυρών. Οι ισχυροί θεσμοί που μπορούν να συντονίζονται αποτελεσματικά, να επικοινωνούν με το κοινό και να εφαρμόζουν στρατηγικές αντιμετώπισης καταστροφών είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση ανθεκτικότητας. Ο ρόλος των τοπικών κυβερνήσεων και των κοινοτικών οργανώσεων τονίζεται ιδιαίτερα, καθώς συχνά είναι οι πρώτοι που ανταποκρίνονται σε καταστάσεις καταστροφών (Nikolić et al., 2020). Επιπλέον, η ενσωμάτωση της μείωσης του κινδύνου καταστροφών στον ευρύτερο αναπτυξιακό σχεδιασμό έχει αναγνωριστεί ως βασικός παράγοντας για την ενίσχυση της θεσμικής ανθεκτικότητας (UNISDR, 2015).

Τεχνολογικοί παράγοντες: Η τεχνολογική ανθεκτικότητα περιλαμβάνει τη χρήση της τεχνολογίας στην ετοιμότητα, την αντιμετώπιση και την αποκατάσταση καταστροφών. Οι εξελίξεις στα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και στην τηλεπισκόπηση έχουν φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι κοινότητες μπορούν να προβλέπουν, να παρακολουθούν και να ανταποκρίνονται στις πλημμύρες (Bustinza et al.,2019). Η υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών, όπως η συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά τον χρόνο απόκρισης και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διαχείρισης πλημμυρών. Ωστόσο, το ψηφιακό χάσμα αποτελεί πρόκληση, καθώς δεν έχουν όλες οι κοινότητες ίση πρόσβαση σε αυτές τις τεχνολογίες.

3.2. Αποκατάσταση και Ανοικοδόμηση

3.2.1. Ανοικοδόμησης και Ανασυγκρότησης μετά από Πλημμύρες

Η αποκατάσταση και ανοικοδόμηση μετά από πλημμύρες είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας των κατοίκων και την αποκατάσταση της κανονικότητας στις πληγείσες κοινότητες. Οι πλημμύρες προκαλούν καταστροφικές ζημιές σε υποδομές, κατοικίες, γεωργικές εκτάσεις και βιομηχανικές μονάδες, γεγονός που επιφέρει διαταραχές στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Η γρήγορη και αποτελεσματική αποκατάσταση των βασικών υποδομών, όπως οι δρόμοι, η ηλεκτροδότηση, το υδροδοτικό δίκτυο και οι υπηρεσίες υγείας, είναι απαραίτητη για την επιστροφή σε μια κατάσταση ασφάλειας και σταθερότητας. Επιπλέον, η επαναφορά της οικονομίας αποτελεί καθοριστικό στόχο σε περιόδους ανοικοδόμησης. Οι πλημμύρες συχνά πλήττουν τοπικές επιχειρήσεις, τη γεωργία και τον τουρισμό, οδηγώντας σε απώλειες θέσεων εργασίας και εισοδημάτων. Μέσω της οικονομικής ενίσχυσης των πληγέντων τομέων και της ανασυγκρότησης των επιχειρήσεων, μπορεί να επιτευχθεί η επανεκκίνηση της οικονομικής δραστηριότητας, η οποία είναι καθοριστική για την ευημερία των κατοίκων και την ανάκαμψη της κοινότητας. Τέλος, η ανοικοδόμηση μετά από πλημμύρες δεν αφορά μόνο την αποκατάσταση της υπάρχουσας κατάστασης αλλά και τη μείωση των μελλοντικών κινδύνων. Η εφαρμογή βελτιωμένων αντιπλημμυρικών μέτρων και υποδομών, όπως η κατασκευή φραγμάτων, η ενίσχυση των αποχετευτικών συστημάτων και η καλύτερη διαχείριση των υδάτων, βοηθά στην πρόληψη νέων καταστροφών. Έτσι, η ανοικοδόμηση με μακροπρόθεσμο σχεδιασμό συμβάλλει στη δημιουργία ανθεκτικών κοινοτήτων, έτοιμων να αντιμετωπίσουν παρόμοιες καταστάσεις στο μέλλον.

3.2.2. Μέθοδοι Ανοικοδόμησης και Ανασυγκρότησης μετά από Πλημμύρες

Στην Ελλάδα, οι μέθοδοι ανοικοδόμησης και ανασυγκρότησης μετά από πλημμύρες ακολουθούν πολυδιάστατες προσεγγίσεις που επικεντρώνονται στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών και των κοινοτήτων, την αποκατάσταση των πληγεισών περιοχών, και την προετοιμασία για μελλοντικές φυσικές καταστροφές. Οι βασικές μέθοδοι περιλαμβάνουν:

- **Αποκατάσταση Υποδομών και Αστικών Περιοχών:** Η αποκατάσταση των υποδομών μετά από πλημμύρες αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για την αποκατάσταση της κανονικότητας και τη μείωση του κινδύνου μελλοντικών καταστροφών. Οι βασικές δράσεις περιλαμβάνουν την άμεση επισκευή ή αντικατάσταση ζωτικών υποδομών, όπως οι δρόμοι, οι γέφυρες και τα δίκτυα ηλεκτροδότησης, ύδρευσης και αποχέτευσης, που έχουν πληγεί από τα πλημμυρικά φαινόμενα. Παράλληλα, οι υποδομές αυτές πρέπει να βελτιωθούν, προκειμένου να γίνουν πιο ανθεκτικές σε μελλοντικές καταστάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της κατασκευής και ενίσχυσης αντιπλημμυρικών έργων, όπως τάφροι, φράγματα και αναβαθμίσεις ποταμών και χειμάρρων, με σκοπό τη μείωση των πλημμυρικών κινδύνων. Τα έργα αυτά δεν αποκαθιστούν μόνο τις κατεστραμμένες περιοχές, αλλά επίσης συμβάλλουν στη μακροπρόθεσμη ανθεκτικότητα και προστασία των αστικών περιοχών, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής και την ασφάλεια των πολιτών (Mavroulis et al., 2024).
- **Διαχείριση Υδάτινων Πόρων και Αντιπλημμυρικά Έργα:** Η Ελλάδα εφαρμόζει ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων για την πρόληψη και τον μετριασμό των πλημμυρών, υιοθετώντας σύγχρονες τεχνικές και στρατηγικές. Τα αντιπλημμυρικά έργα περιλαμβάνουν τη δημιουργία ταμιευτήρων, φραγμάτων και αναχωμάτων, με σκοπό τον έλεγχο και τη ρύθμιση της ροής των υδάτων κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων. Παράλληλα, η τακτική συντήρηση και καθαρισμός των ποταμών, χειμάρρων και δικτύων απορροής είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της ομαλής ροής των υδάτων, περιορίζοντας την πιθανότητα εμφάνισης πλημμυρών. Οι δράσεις αυτές ενισχύονται με τη χρήση τεχνολογικών συστημάτων παρακολούθησης και πρόγνωσης καιρικών συνθηκών, τα οποία επιτρέπουν την έγκαιρη παρέμβαση και τον καλύτερο συντονισμό των αντιπλημμυρικών μέτρων. Μέσω αυτών των έργων, επιτυγχάνεται η προστασία των αστικών περιοχών και των υποδομών, συμβάλλοντας στη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων (Dimitriou et al., 2024).
- **Πρόγραμμα Ενίσχυσης Κατοικιών και Υποδομών:** Μετά από πλημμύρες, οι ιδιοκτήτες ακινήτων σε πληγείσες περιοχές μπορούν να επωφεληθούν από προγράμματα αποζημίωσης και χρηματοδοτικής στήριξης για την αποκατάσταση των

ζημιών. Αυτά τα προγράμματα, που παρέχονται από την ελληνική κυβέρνηση, καλύπτουν την αποκατάσταση κατεστραμμένων κατοικιών και επαγγελματικών χώρων. Παράλληλα, περιλαμβάνονται μέτρα για την ενίσχυση των κτιρίων μέσω αντιπλημμυρικών βελτιώσεων. Η χρήση ανθεκτικών υλικών, η ενίσχυση των θεμελίων και η βελτίωση των υποδομών είναι κρίσιμες για την πρόληψη μελλοντικών ζημιών. Τα προγράμματα αυτά στοχεύουν στη μακροπρόθεσμη ανθεκτικότητα των κτιρίων απέναντι σε φυσικές καταστροφές (Mavroulis et al.,2024).

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης και Διαχείριση Κινδύνων:** Μέσω του Συστήματος Πολιτικής Προστασίας, εφαρμόζονται σύγχρονα συστήματα για την έγκαιρη προειδοποίηση και τη διαχείριση κινδύνων. Αυτά τα συστήματα παρέχουν έγκαιρη ενημέρωση στις τοπικές αρχές και τον πληθυσμό σχετικά με επικείμενα πλημμυρικά φαινόμενα, επιτρέποντας την προληπτική λήψη μέτρων. Ειδικότερα, περιλαμβάνουν την ανάλυση και παρακολούθηση μετεωρολογικών και υδρολογικών δεδομένων για την πρόβλεψη πλημμυρών. Παράλληλα, αναπτύσσονται τοπικά σχέδια εκκένωσης και διαχείρισης κρίσεων, σχεδιασμένα για να διασφαλίσουν την άμεση και αποτελεσματική αντίδραση σε περίπτωση πλημμυρών. Αυτά τα σχέδια περιλαμβάνουν διαδικασίες επικοινωνίας, καθοδήγηση για την ασφαλή εκκένωση περιοχών και συντονισμό των αρμόδιων υπηρεσιών, με στόχο την προστασία των ανθρώπινων ζωών και την ελαχιστοποίηση των υλικών ζημιών(Dimitriou et al.,2024).
- **Φυσικές Λύσεις και Οικολογική Αποκατάσταση:** Οι αναδυόμενες φυσικές λύσεις αντιπροσωπεύουν νέες μεθοδολογίες για την ανακατασκευή μετά την πλημμύρα, τονίζοντας τη σημασία της οικολογικής αποκατάστασης. Τέτοιες μεθοδολογίες περιλαμβάνουν τις διαδικασίες αναδάσωσης και αποκατάστασης υγροτόπων, οι οποίες χρησιμεύουν για την αύξηση της ικανότητας του περιβάλλοντος για απορρόφηση νερού και τον μετριασμό της διάβρωσης του εδάφους. Αυτές οι παρεμβάσεις συμβάλλουν στην αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας και ενισχύουν τη λειτουργικότητα του οικοσυστήματος, προωθώντας έτσι τη βιωσιμότητα των επηρεαζόμενων περιοχών. Επιπλέον, η προστασία των ποταμών και ορεινών εδαφών μέσω της εφαρμογής στρατηγικών διατήρησης και διαχείρισης ενισχύει την ικανότητα απορρόφησης και συγκράτησης του νερού. Αυτές οι προσεγγίσεις διευκολύνουν τη διαχείριση των πλημμυρικών γεγονότων με οικολογικά βιώσιμο τρόπο, ελαχιστοποιώντας έτσι τις επιβλαβείς επιπτώσεις προωθώντας παράλληλα τη διαρκή βιωσιμότητα των φυσικών πόρων (Koutrakis et al.,2016).
- **Κοινωνική Υποστήριξη και Ενίσχυση Ευάλωτων Ομάδων:** Η κοινωνική στήριξη αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο στις προσπάθειες ανοικοδόμησης της Ελλάδας, ιδιαίτερα

για περιθωριοποιημένες ομάδες που πλήττονται δυσανάλογα από φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες. Οι πρωτοβουλίες που ενορχηστρώθηκαν από το Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Υποθέσεων περιλαμβάνουν την παροχή οικονομικής βοήθειας και ψυχολογικής συμβουλευτικής σε όσους επηρεάζονται, με στόχο την ανακούφιση των δυσκολιών τους. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στους ηλικιωμένους, στα άτομα με αναπηρίες και στα παιδιά, τα οποία διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο λόγω της ευαισθησίας τους. Μέσω αυτών των πρωτοβουλιών, ο πρωταρχικός στόχος είναι η ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής και η διασφάλιση της παροχής στήριξης στους πολίτες σε περιόδους κρίσης (Houston,2021).

- **Χρηματοδότηση και Ευρωπαϊκή Συνεργασία:** Οι μηχανισμοί χρηματοδότησης των πρωτοβουλιών ανασυγκρότησης και αποκατάστασης στην Ελλάδα βασίζονται στη συγχώνευση κυβερνητικών προγραμμάτων και ευρωπαϊκών πηγών χρηματοδότησης. Συγκεκριμένα, τα ευρωπαϊκά χρηματοδοτικά μέσα, όπως το Ταμείο Αλληλεγγύης της ΕΕ, χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση των ζημιών που προκαλούνται από φυσικές καταστροφές. Παράλληλα, οι συμπράξεις δημόσιου-ιδιωτικού τομέα (PPPs) αναλαμβάνουν κεντρικό ρόλο στην ενίσχυση νέων υποδομών και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της κοινότητας. Μέσω αυτών των πολυεπίπεδων συνεργασιών, πραγματοποιείται η βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, προωθώντας έτσι την οικονομική σταθερότητα και την κοινωνική συνοχή (European Commission).

3.2.3. Μέτρα Πρόληψης και Μείωσης των Κινδύνων από Πλημμύρες

Τα πλημμυρικά φαινόμενα αποτελούν σοβαρή απειλή για την Ελλάδα, λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών της χώρας. Η αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, έχει εντείνει τη συχνότητα και την ένταση των πλημμυρών, καθιστώντας αναγκαία τη λήψη ολοκληρωμένων στρατηγικών πρόληψης και διαχείρισης. Στο πλαίσιο αυτό, η Ελλάδα έχει υιοθετήσει σειρά μέτρων που περιλαμβάνουν την ενίσχυση των υποδομών, την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων και την προώθηση δράσεων ευαισθητοποίησης του κοινού. Επιπλέον, οι αρχές επικεντρώνονται στη βελτίωση της ετοιμότητας και της ανθεκτικότητας των τοπικών κοινωνιών μέσω της εκπαίδευσης και της ανάπτυξης συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης. Η υιοθέτηση μιας πολυδιάστατης προσέγγισης, που συνδυάζει την πρόληψη και την άμεση αντίδραση, είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των αυξανόμενων πλημμυρικών κινδύνων που απειλούν την ασφάλεια και την ευημερία της χώρας. Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα μέτρα πρόληψης που εφαρμόζονται στην Ελλάδα.

- **Βιώσιμης Διαχείρισης των Υδάτινων Πόρων**

Η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την πρόληψη των πλημμυρών στην Ελλάδα. Η δημιουργία και συντήρηση φραγμάτων, ταμιευτήρων και άλλων αντιπλημμυρικών υποδομών σε περιοχές υψηλού κινδύνου συμβάλλει στον έλεγχο της ροής του νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους αυξημένων βροχοπτώσεων. Η αποκατάσταση της φυσικής λειτουργίας μικρών ποταμών και χειμάρρων, μέσω έργων ανασυγκρότησης των ροών, όπως η επαναφορά των φυσικών κοιτών, μπορεί να ενισχύσει την απορροφητικότητα του εδάφους και να μειώσει την επιφανειακή απορροή (Kazakis et al., 2015).

Ωστόσο, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που συμβάλλουν στην αύξηση της επικινδυνότητας πλημμυρών είναι η αυθαίρετη δόμηση κοντά σε ποτάμια και χειμάρρους. Η δόμηση αυτή όχι μόνο αυξάνει τον κίνδυνο για τις κατοικίες αλλά εμποδίζει και τη φυσική απορροή του νερού, προκαλώντας σοβαρές πλημμύρες. Επομένως, είναι απαραίτητη η θέσπιση και τήρηση πολεοδομικών κανονισμών που απαγορεύουν την κατασκευή σε πλημμυρικές ζώνες, προωθώντας ταυτόχρονα τη δημιουργία πράσινων ζωνών και υποδομών όπως πράσινες στέγες και βιοκλιματικοί κήποι. Αυτές οι στρατηγικές μπορούν να συμβάλουν στη βιώσιμη απορρόφηση του νερού και στη συνολική προστασία από τις πλημμύρες, ειδικά στις αστικές περιοχές (Bathrellos et al., 2016).

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**

Η ανάπτυξη Συστημάτων Έγκαιρης Προειδοποίησης (ΣΕΠ) αποτελεί ουσιαστική στρατηγική για την προστασία του πληθυσμού από φυσικές καταστροφές, όπως οι πλημμύρες. Η λειτουργία αυτών των συστημάτων βασίζεται στη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως μετεωρολογικοί δορυφόροι, ραντάρ και τηλεμετρικοί σταθμοί, τα οποία παρέχουν κρίσιμα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 2: Ραντάρ, μετεωρολογικός δορυφόρος, και τηλεμετρικός σταθμός

Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν στις αρμόδιες αρχές να προβλέπουν με ακρίβεια την εμφάνιση πλημμυρών και να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα, όπως την εκκένωση περιοχών ή την τοποθέτηση προσωρινών φραγμάτων, προκειμένου να μειωθούν οι επιπτώσεις(Stefanidis et al.,2022).

Στην Ελλάδα, η λειτουργία των ΣΕΠ είναι απαραίτητη λόγω των αυξανόμενων ακραίων καιρικών φαινομένων, τα οποία επιδεινώνονται από την κλιματική αλλαγή. Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) παίζει καθοριστικό ρόλο στην παροχή μετεωρολογικών δεδομένων και προβλέψεων, ενώ σε συνεργασία με το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, προετοιμάζεται η έγκαιρη ενημέρωση των τοπικών αρχών και του κοινού. Παράλληλα, τοπικά δίκτυα παρακολούθησης της στάθμης των ποταμών και χειμάρρων προσφέρουν ακριβή εικόνα των υδάτινων όγκων, διευκολύνοντας την άμεση λήψη αποφάσεων(Stefanidis et al.,2022).

Επιπλέον, συστήματα όπως το "112", το οποίο αποστέλλει ειδοποιήσεις μέσω μηνυμάτων στους πολίτες σε περίπτωση επικείμενου κινδύνου, έχουν ενισχύσει την άμεση αντίδραση και την κινητοποίηση των πληθυσμών. Η συνεργασία μεταξύ τοπικών, εθνικών και διεθνών φορέων βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των ΣΕΠ, ενώ η εκπαίδευση του κοινού για την αντίδραση σε ακραία φαινόμενα είναι απαραίτητη για τη συνολική ενίσχυση της ασφάλειας και της προετοιμασίας απέναντι στις πλημμύρες(Stefanidis et al.,2022).

- **Υποδομές και Αστική Ανθεκτικότητα**

Η ανάπτυξη ανθεκτικών υποδομών είναι κρίσιμη για την πρόληψη φυσικών καταστροφών, ιδιαίτερα πλημμυρών, σε αστικές περιοχές. Τα αντιπλημμυρικά φράγματα, τα

αντλιοστάσια, τα κανάλια αποστράγγισης και οι αναβαθμίσεις των αποχετευτικών δικτύων επιτρέπουν τη διαχείριση μεγαλύτερων όγκων νερού, προστατεύοντας τις πόλεις. Η κατάλληλη πολεοδομική σχεδίαση, που λαμβάνει υπόψη τη φυσική μορφολογία και αποφεύγει την κατασκευή σε περιοχές υψηλού κινδύνου, ενισχύει την αστική ανθεκτικότητα. Επιπλέον, η χρήση υδατοπερατών υλικών και η αποκατάσταση φυσικών ζωνών απορρόφησης, όπως οι υγράτοποι, συμβάλλουν στη μείωση της απορροής και στη σταθεροποίηση του εδάφους (Bathrellos et al., 2016).

Στην Ελλάδα, οι μεγάλες πόλεις, όπως η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη, αντιμετωπίζουν προκλήσεις λόγω παλαιών υποδομών. Η βελτίωση των αποχετευτικών δικτύων και η κατασκευή νέων καναλιών αποστράγγισης είναι επιτακτική ανάγκη. Σε αγροτικές περιοχές, η αναδάσωση και η προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων περιορίζουν τη διάβρωση του εδάφους και προλαμβάνουν τις πλημμύρες (Bathrellos et al., 2016).

- **Νομοθεσία και Πολιτικές Διαχείρισης Κινδύνων**

Η υιοθέτηση ισχυρών νομοθετικών πλαισίων και πολιτικών για τη διαχείριση των πλημμυρών είναι απαραίτητη για την πρόληψη και μείωση των κινδύνων. Οι κυβερνήσεις πρέπει να θεσπίσουν κανονισμούς που επιβάλλουν την εφαρμογή προληπτικών μέτρων, όπως η διατήρηση απορροφητικών περιοχών και η απαγόρευση κατασκευών σε ζώνες υψηλού κινδύνου. Επίσης, πρέπει να υπάρξουν προγράμματα χρηματοδότησης για την ενίσχυση των υποδομών και της ανθεκτικότητας των κοινοτήτων.

Στην Ελλάδα, το νομοθετικό πλαίσιο για τις πλημμύρες περιλαμβάνει τη Νομοθεσία 4662/2020 για την Πολιτική Προστασία και την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60/EK, που υποχρεώνει την προκαταρκτική αξιολόγηση των πλημμυρικών κινδύνων και τη σύνταξη χαρτών επικινδυνότητας. Το Σχέδιο 'Ξενοκράτης' αποτελεί βασικό εργαλείο διαχείρισης κρίσεων, ενώ τα τοπικά σχέδια διαχείρισης πλημμυρών εναρμονίζονται με την κεντρική πολιτική προστασίας.

Η Εθνική Στρατηγική για την Κλιματική Αλλαγή (Νόμος 4414/2016) εστιάζει στην ανθεκτικότητα των υποδομών, ενώ η χρηματοδότηση από το Ταμείο Συνοχής και το Ταμείο Αλληλεγγύης της ΕΕ υποστηρίζει την αντιπλημμυρική προστασία. Συνολικά, η πολυεπίπεδη προσέγγιση που συνδυάζει τεχνολογία, εκπαίδευση και νομοθετικές ρυθμίσεις διασφαλίζει τη βιώσιμη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

- **Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση του Πληθυσμού**

Στην Ελλάδα, η εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση του πληθυσμού για την αντιμετώπιση πλημμυρών αποτελούν σημαντικά εργαλεία στη διαχείριση κινδύνων. Οι πλημμύρες, ως φαινόμενα που επηρεάζουν συχνά τη χώρα, απαιτούν την ενίσχυση της γνώσης και της προετοιμασίας του πληθυσμού για την αποφυγή ανθρώπινων απωλειών και την ελαχιστοποίηση των ζημιών. Οι τοπικές αρχές, σε συνεργασία με την Πολιτική Προστασία και άλλους φορείς, διοργανώνουν ενημερωτικές δράσεις και ασκήσεις προσομοίωσης έκτακτης ανάγκης. Αυτά τα προγράμματα περιλαμβάνουν την ενημέρωση των πολιτών για τα κατάλληλα μέτρα προστασίας, τα σχέδια εκκένωσης, και τα σημεία συγκέντρωσης (Kalogiannidis et al., 2022).

Παράλληλα, η ενσωμάτωση προγραμμάτων εκπαίδευσης σε σχολεία και δημόσιες υπηρεσίες αυξάνει την ευαισθητοποίηση των νέων και των ενηλίκων σχετικά με τους πλημμυρικούς κινδύνους. Η συνεργασία μεταξύ κοινοτήτων και τοπικών αρχών είναι επίσης κρίσιμη, καθώς ενισχύει την ικανότητα άμεσης και συντονισμένης απόκρισης σε καταστάσεις κρίσης. Η εκπαίδευση του πληθυσμού, σε συνδυασμό με την τεχνολογική προετοιμασία, ενισχύει την ανθεκτικότητα των κοινωνιών απέναντι στις πλημμύρες και άλλες φυσικές καταστροφές (Kalogiannidis et al., 2022).

Η πρόληψη και η αποκατάσταση των πλημμυρικών κινδύνων στην Ελλάδα απαιτεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση που συνδυάζει βιώσιμη διαχείριση υδάτινων πόρων, ανθεκτικές υποδομές, έγκαιρη προειδοποίηση και ισχυρό νομοθετικό πλαίσιο. Η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του πληθυσμού παίζει καθοριστικό ρόλο, ενισχύοντας την προετοιμασία και την αντίδραση σε κρίσιμες καταστάσεις. Συνολικά, η συνεργασία μεταξύ τοπικών και εθνικών αρχών, η τεχνολογία και η ενεργός συμμετοχή των κοινοτήτων αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την αποτελεσματική διαχείριση των αυξανόμενων πλημμυρικών φαινομένων.

Πίνακας 1: Μέθοδοι Αποκατάστασης και Πρόληψης Πλημμυρών

Μέθοδος	Εφαρμογή	Αποτελεσματικότητα
Αντιπλημμυρικά έργα (φράγματα, αναχώματα)	Λεκάνες απορροής, ποτάμια	Μειώνουν την ένταση και την έκταση των πλημμυρών
Βελτίωση	Αστικές	Βελτιώνει την απορροή

αποχετευτικών δικτύων	περιοχές	νερού στις αστικές ζώνες
Κατασκευή δεξαμενών συγκράτησης βρόχινου νερού	Αγροτικές και ημιαστικές περιοχές	Μειώνει τον κίνδυνο αιφνίδιων πλημμυρών
Επαναφορά υγροτόπων και φυσικών περιοχών	Αγροτικές περιοχές	Προστατεύει από πλημμύρες και ενισχύει την οικολογία
Διαχείριση λεκανών απορροής	Περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές	Συμβάλλει στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτων
Χρήση αισθητήρων και τεχνολογίας πρόβλεψης	Αστικές και αγροτικές περιοχές	Παρέχει έγκαιρη ειδοποίηση και μείωση κινδύνου
Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση κοινοτήτων	Όλες οι περιοχές	Συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη μείωση των επιπτώσεων

3.2.4. Η χρήση της Τεχνολογίας και της Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας στην Αποκατάσταση

Η περιβαλλοντική αποκατάσταση περιλαμβάνει τη σκόπιμη ανάληψη αποκατάστασης ή αναζωογόνησης οικοσυστημάτων που έχουν επηρεαστεί αρνητικά, είτε μέσω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων είτε φυσικών φαινομένων. Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της προσπάθειας είναι η αποκατάσταση των εγγενών λειτουργιών, της βιοποικιλότητας και της ανθεκτικότητας του οικοσυστήματος, με στόχο την επιστροφή του στην παρθένα κατάστασή του ή την επίτευξη μιας κατάστασης που προάγει τη διαρκή οικολογική ισορροπία και βιωσιμότητα (Li et al.,2022).

Δύο βασικές διαστάσεις που επηρεάζουν σημαντικά την επιτυχία και τη διαρκή αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών περιβαλλοντικής αποκατάστασης είναι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας και των αρχών της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, ειδικά σε πλαίσια ανάκτησης πλημμυρών. Η αφομοίωση των τεχνολογικών εξελίξεων αυξάνει τις διαδικασίες πρόληψης,

πρόβλεψης, αξιολόγησης ζημιών και αποκατάστασης, καθιστώντας έτσι τις προσπάθειες αποκατάστασης πιο αποτελεσματικές και εστιασμένες. Παράλληλα, η περιβαλλοντική βιωσιμότητα εγγυάται ότι οι πρωτοβουλίες αυτές εκτελούνται με βαθύ σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον και με μακροπρόθεσμη προοπτική, διατηρώντας έτσι τα οικοσυστήματα για τους επόμενους. Η ολοκληρωμένη επίδραση αυτών των πτυχών όχι μόνο ικανοποιεί τις πιεστικές απαιτήσεις αποκατάστασης, αλλά επίσης ενισχύει την ανθεκτικότητα και τη σταθερότητα των οικοσυστημάτων ως απάντηση σε επικείμενες περιβαλλοντικές δυσκολίες. Οι σύγχρονες τεχνολογίες προσφέρουν εξελιγμένα εργαλεία που επιτρέπουν την έγκαιρη διάγνωση και την ορθή αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πλημμυρών, ενώ η περιβαλλοντική αειφορία διασφαλίζει ότι οι διαδικασίες αποκατάστασης είναι μακροπρόθεσμα βιώσιμες και συμβατές με τη φυσική ισορροπία των οικοσυστημάτων. Παρακάτω θα γίνει μια ανάλυση μέσω 3 μελετών της καθοριστικής σημασίας της τεχνολογίας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στην αποκατάσταση μετά από πλημμύρες.

Στην μελέτη των Rurhgam και Messiga (2024), η τεχνολογία και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα υπογραμμίζονται ως κεντρικοί παράγοντες για την αποκατάσταση γεωργικών τοπίων που έχουν πληγεί από πλημμύρες. Οι τεχνολογίες αιχμής, όπως η τηλεπισκόπηση, οι εφαρμογές γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) και οι αισθητήρες, προσφέρουν πολύτιμα δεδομένα για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των πλημμυρών στην αγροτική παραγωγή. Ταυτόχρονα, βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης του εδάφους, όπως η χρήση οργανικών βελτιωτικών ουσιών και οι τεχνικές διαχείρισης υδάτων, διασφαλίζουν την αποκατάσταση της γονιμότητας και της υγείας του εδάφους.

Παράλληλα, οι τεχνολογίες περιβαλλοντικής αποκατάστασης (ERTs) που παρουσιάστηκαν στην εργασία των Li και συνεργατών (2022) προωθούν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα στις προσπάθειες αποκατάστασης ποτάμιων οικοσυστημάτων. Οι τεχνολογίες αυτές, όπως η αφαίρεση φραγμάτων, η κατασκευή ιχθυοδιαβάσεων και η φυσική αποκατάσταση ακτών, ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και αποκαθιστούν την οικολογική δομή των ποταμών. Μια διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει φυσικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ποτάμιων συστημάτων είναι απαραίτητη για την αποδοτική αποκατάσταση και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Η μελέτη των Munawar και συνεργατών (2021) δείχνει πώς οι προηγμένες τεχνολογίες όπως τα UAV (μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα) και η τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνουν τη διαχείριση των πλημμυρών μετά από καταστροφές. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την ακριβή χαρτογράφηση των πλημμυρισμένων περιοχών και την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό

χρόνο, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματική κατανομή πόρων και βελτιστοποιημένες στρατηγικές αποκατάστασης. Η χρήση αυτών των τεχνολογιών μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των επιχειρήσεων αποκατάστασης, υποστηρίζοντας την περιβαλλοντική αειφορία μέσω ακριβών και στοχευμένων παρεμβάσεων.

Οι τρεις αυτές μελέτες καταδεικνύουν ότι η τεχνολογία και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα αποτελούν αλληλένδετα στοιχεία για την επιτυχημένη αποκατάσταση μετά από πλημμύρες. Η τεχνολογία επιτρέπει την ακριβέστερη παρακολούθηση και ανάλυση, ενώ η βιωσιμότητα διασφαλίζει ότι οι παρεμβάσεις είναι φιλικές προς το περιβάλλον και προάγουν τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Η ενσωμάτωση αυτών των παραγόντων ενισχύει την ανθεκτικότητα και την προσαρμοστικότητα στις νέες περιβαλλοντικές προκλήσεις.

Η αποκατάσταση μετά από πλημμύρες αποτελεί κρίσιμη πρόκληση, δεδομένης της αυξανόμενης συχνότητας αυτών των φαινομένων λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στην Ελλάδα έχει ξεκινήσει την ενσωμάτωση εξελιγμένων τεχνολογιών, που περιλαμβάνουν συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) και τηλεπισκόπηση, για την μεθοδική παρατήρηση των πλημμυρών και την εκτέλεση παρεμβάσεων σε πραγματικό χρόνο. Ένα παράδειγμα είναι η εφαρμογή GIS από την Πολιτική Προστασία και τους δήμους για την παρακολούθηση επικίνδυνων περιοχών. Ωστόσο, η χρήση πιο προηγμένων τεχνολογιών, όπως μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) και τεχνητή νοημοσύνη (AI), παραμένει περιορισμένη (Diakakis et al.,2014).

Στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αποκατάστασης, προσπάθειες όπως η αποκατάσταση της λίμνης Κάρλα στη Θεσσαλία και η αναζωογόνηση των ποταμών Αχελώου και Πηνειού αναδεικνύουν τον κρίσιμο ρόλο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στην αποκατάσταση των υδάτινων συστημάτων (Χατζηπέτρου,2021).

Συμπερασματικά, οι τεχνολογικές εξελίξεις και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα αποτελούν κρίσιμα συστατικά για την αποτελεσματική ανάκαμψη μετά από πλημμυρικά γεγονότα. Αξιοποιώντας τις ενισχυμένες δυνατότητες παρακολούθησης και ανάλυσης που παρέχουν οι σύγχρονες τεχνολογίες, παράλληλα με τη διαρκή σταθερότητα που παρέχεται από βιώσιμες πρακτικές, μπορούμε να ενισχύσουμε την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και να τα προετοιμάσουμε επαρκώς για επικείμενες περιβαλλοντικές αντιξοότητες. Ωστόσο, η έλλειψη συνεκτικού σχεδιασμού και κατάλληλης υποδομής ενδέχεται να εμποδίσει την πλήρη υλοποίηση αυτών των πρακτικών. Κατά συνέπεια, η διεπιστημονική συνεργασία και η υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών είναι επιτακτική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών, ολοκληρωμένων

στρατηγικών που αντιμετωπίζουν επαρκώς τις κλιμακούμενες προκλήσεις που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή και τις πλημμύρες.

3.2.5. Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών

Οι πολιτικές που εφαρμόζει η Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν θεσπίσει νομικά πλαίσια τα οποία αποσκοπούν στην διαφύλαξη και διακυβέρνηση των γλυκών και των θαλάσσιων πόρων μέσω μίας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας η οποία είναι προσανατολισμένη στο οικοσύστημα. Η Οδηγία-πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα ύδατα οριοθετεί μια ρυθμιστική δομή για τη διατήρηση των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων, των μεταβατικών υδάτων, των παράκτιων υδάτων και των υπόγειων υδάτων. Ως στόχο περιλαμβάνει την επίτευξη ευνοϊκής οικολογικής κατάστασης για όλα τα υδάτινα σώματα, την πρόληψη και τον μετριασμό ρύπανσης, την προώθηση βιώσιμης κατανάλωσης νερού, την προστασία και ενίσχυση των υδάτινων οικοσυστημάτων καθώς και την ανακούφιση των επιπτώσεων που προκύπτουν από πλημμύρες και ξηρασία. Συνέπεια των παραπάνω είναι ότι τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ευθύνη να διατυπώνουν τα λεγόμενα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής τα οποία θα πρέπει να βασίζονται σε φυσικές γεωγραφικές λεκάνες απορροής ποταμού μαζί με προσαρμοσμένα προγράμματα μέτρων για την επίτευξη των καθορισμένων στόχων.

Η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την κοινοτική οδηγία – πλαίσιο 2000/60/ΕΚ επιτεύχθηκε με το Νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ Α' 280) και το Προεδρικό Διάταγμα 51/2007 (έγγρ. Α 54). Οι κανονισμοί αυτοί ενσωμάτων τις θεμελιώδεις αρχές της οδηγίας για τους υδάτινους πόρους στο εθνικό νομικό πλαίσιο ενώ ταυτόχρονα θεσπίζουν μια νέα διοικητική ρύθμιση και οριοθετούν τις αρμοδιότητες των αντίστοιχων φορέων τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Σύμφωνα με την οδηγία παύλα πλαίσιο για τα ύδατα υπάρχει υποχρεωτική απαίτηση εκπόνησης σχεδίων διαχείρισης στο επίπεδο της «περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού» οι η οποία αντιστοιχεί στα 14 υδατικά διαμερίσματα, με σκοπό την ενίσχυση των προσπάθειών προστασίας και διατήρησης των υδάτινων πόρων και των οικοσυστημάτων. Το σχέδιο διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού χρησιμεύει το σις ως κύριο μέσο προγραμματισμού όσο και ως κεντρικός μηχανισμός αναφοράς για το κράτος σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμών διατυπώνουν τα εφικτά μέτρα που πρέπει να εκτελεστούν για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων και των ευρύτερων στόχων της οδηγίας παύλα πλαίσιο παρέχοντας παράλληλα αιτιολόγηση για τυχόν εξαιρέσεις. Τα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής που αφορούν τα διαμερίσματα νερού λειτουργούν ως έγγραφα στρατηγικού σχεδίου όπου το κάθε ένα αντιστοιχεί σε ένα ξεχωριστό διαμέρισμα νερού . Κάθε σχέδιο περιλαμβάνει όλα τα διαδικαστικά στάδια και τις ενέργειες που έχουν αναληφθεί πριν από την μόρφωσή του εντάξει ομολογεί την υπάρχουσα κατάσταση των υδάτινων συστημάτων

ενώ θα καθορίζεται σαφής ο στόχος για τη διατήρηση και την ενίσχυση ώστε να εφαρμόζονται τα κατάλληλα μέτρα . . Οι ιδιαιτερότητες των σχεδίων διαχείρισης διατυπώνονται στο άρθρο 13 και στο παράρτημα VII της οδηγίας 2000/60/EK (άρθρο 10 και παράρτημα VII της ΠΔ 51/2007). Τα σχέδια διαχείρισης λεκανών απορροής της χώρας υποβάλλονται σε αναθεώρηση και επικαιροποιούνται κάθε 6 χρόνια. Τα αρχικά σχέδια διαχείρισης λεκάνης λεκανών απορροής τα οποία έλαβαν έγκριση για τον εναρκτήριο κύκλο διαχείρισης (2009 έως 2015) Και παρέμειναν σε ισχύ μέχρι την επακόλουθη αναθεώρηση. Τα σχέδια διαχείρισης που διατυπώθηκαν κατά την πρώτη αναθεώρηση των σχεδίων διαχείρισης λεκάνες απορροής ποταμών για τα 14 υδατικά διαμερίσματα της χώρας σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/EK, αφορούν τον δεύτερο κύκλο διαχείρισης (2016 έως 2021). (ΥΠΕΝ,2024)

Η υποχρέωση για τη σύνταξη σχεδίων διαχείρισης υδάτων για τις λεκάνες απορροής ποταμών (ΛΑΠ) υπό την δικαιοδοσία της διεύθυνσης υδάτων Θεσσαλίας ξεκίνησε το 2010 και ολοκληρώθηκε το 14 με αποκορύφωμα την επίσημη έγκριση (ΦΕΚ 2561 ΤΒ - 25/9/2015). Η αρχική αναθεώρηση του Σχεδίου (ΕΛ) ξεκίνησε στις αρχές του 2017, ενώ η διαβούλευση με τα ενδιαφερόμενα μέρη πραγματοποιήθηκε το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους . Μέχρι το τέλος του 2017 ή αναθεώρηση έλαβε έγκριση(ΦΕΚ 4682 ΤΒ - 29/12/2017). Η διαδικασία για τη δεύτερη αναθεώρηση στο πρόσωπο του προαναφερθέντος σχεδίου διαχείρισης υδάτων λεκάνης απορροής ποταμών της Θεσσαλίας ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2021, εκκίνησε την έκδοση διεθνούς διαγωνισμού. Στη συνέχεια οι σύμβαση επισημοποιήθηκε στις 15/04/2022, με τη διαβούλευση να πραγματοποιηθεί στις 24/11/2023. Βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική εκτέλεση των σχεδίων διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών της χώρας είναι η επίτευξη συναίνεσης και απαραίτητου συντονισμού μεταξύ των δημόσιων φορέων που εμπλέκονται στη θέσπιση των Δ/νσεων Υδάτων των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης. Σε εθνική εμβέλεια, ο συντονισμός αυτός διευκολύνεται από την εθνική επιτροπή υδάτων. Στο πλαίσιο της κεντρικής διοίκησης, από τον φέρει τη θεσμική ευθύνη για την παρακολούθηση, συνδρομή ακόμα εποπτεία των διοικητικών συμβουλίων υδάτων των αποκεντρωμένων διοικήσεων, η οποίες όμως διοικητικά υπάγονται στο υπουργείο εσωτερικών. Η συγκεκριμένη θεσμική ρύθμιση έχει πολλά επακόλουθα αποτελέσματα:

- I. Την εποπτεία λειτουργίας της Γενικής Συνέλευσης η οποία κατέχει αποκλειστική ευθύνη εφαρμογής της Εθνικής πολιτικής σχετικά με τη διαφύλαξη και διαχείριση υδάτινων πόρων.
- II. Προκλήσεις και δυσλειτουργίες που εκδηλώνονται κατά την εκτέλεση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών, ιδιαίτερα όταν το πεδίο

εφαρμογής της διεύθυνσης υδάτων εκτείνεται πέρα από τα διοικητικά όρια των αποκεντρωμένων διοικήσεων.

- III. Αναγκαία ενοποιητική προσέγγιση για την εφαρμογή του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών .

Κεφάλαιο 4.

Η Περίπτωση της Πλημμυράς της Θεσσαλίας:

4.1. Περιοχή Μελέτης: Θεσσαλία

Η Θεσσαλία αποτελείται από 4 περιφερειακές ενότητες (Καρδίτσα, Λάρισα, Μαγνησία Τρίκαλα) και η συνολική έκταση είναι 14.037 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ο πληθυσμός της Θεσσαλίας σύμφωνα με την απογραφή που έγινε το 2021 είναι 682.189 κάτοικοι. Η Θεσσαλία αποτελεί πεδινή περιοχή η οποία περιβάλλεται από οροσειρές, τον Όλυμπο και τον Τίταρο στα βόρεια, δυτικά τα Θεσσαλικά Άγραφα και το Αυγό την Οθρύ στα νότια και στα ανατολικά την Όσσα, το Μαυροβούνι και το Πήλιο.

Η Περιφέρεια Θεσσαλία περιβάλλεται από 2 λεκάνες απορροής τον Πηνειό ποταμό και τον Αλμυρό- Πήλιου. Ο Πηνειός έχει υδρολογική έκταση 11.062 km² με παραποτάμους που εκβάλλουν σε αυτόν να έχουν την εξής διάταξη: προς τα νότια ο Ενιπέας, ο Φαρσαλιώτης, ο Σοφαδίτης και ο Καλέντζης, προς τα δυτικά-νοτιοδυτικά ο Πάμισος, και ο Πορταϊκός, και στο βόρειο μέρος ο Ληθαίος, ο Νεοχωρίτης και ο Τιταρήσιος. Ο Πηνειός ποταμός, ο μεγαλύτερος ποταμός της Θεσσαλίας, διαρρέει την πεδιάδα και έχει διαμορφώσει ιστορικά το φυσικό σύστημα διαχείρισης των υδάτων της περιοχής μαζί με παραποτάμους. Ενώ η λεκάνη απορροής του Αλμυρού-Πήλιου έχει έκταση 2079 km² και εκβάλλει στην υδρολογική λεκάνη του Παγασητικού κόλπου.

Η γεωμορφολογία της περιοχής την καθιστά λεκάνη η οποία επιτρέπει τη γρήγορη συσσώρευση νερού κατά τη διάρκεια των έντονων βροχοπτώσεων με περιορισμένης αποστράγγιση. Το έδαφος της περιοχής είναι επίπεδα διατεταγμένο όπου αυτό περιορίζει την ταχεία διασπορά των πλημμυρικών υδάτων δημιουργώντας στάσιμα νερά και παρατεταμένες πλημμύρες. Η σύνθεση του εδάφους της περιοχής αποτελείται από πετρώματα όπως ασβεστόλιθος, δολομίτης, γρανίτης, οφιόλιθος, οι αμφιβολίτης, γνεύσιος, οφθαλμογνεύσιος, σχιστόλιθος, άργιλος, αργιροπηλός άμμος, κροκαλοπαγή και κοκκινακώματα αυτό έχει ως συνέπεια το έδαφος να είναι λιγότερο διαπερατό εμποδίζοντας την απορρόφηση του νερού κατά τη διάρκεια των βροχοπτώσεων δημιουργώντας μεγαλύτερα ποσοστά πιθανότητας πλημμυρικών επεισοδίων. Ο

Κύριος ποταμός που διασχίζει την πεδιάδα είναι ο Πηνειός, ο οποίος με τους παραποτάμους του τροφοδοτεί μεγάλο μέρος της Θεσσαλίας με νερό και παράλληλα αποτελεί βασικό παράγοντα πλημμυρικών φαινομένων, καθώς υπερχειλίζει κατά τη διάρκεια των έντονων βροχοπτώσεων. Ο Πηνειός είναι ο κύριος ποταμός της Θεσσαλίας, μήκους 205 χιλιομέτρων, και διασχίζει ολόκληρη την πεδιάδα πριν καταλήξει στο Αιγαίο Πέλαγος, στον κόλπο της Λάρισας. Το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό στον κάμπο με θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα ενώ το παράκτιο τμήμα της είναι ήπιο με υγρούς χειμώνες και ζεστά ξηρά καλοκαίρια, δηλαδή μεσογειακό.



Εικόνα 3:Περιοχή Θεσσαλίας(Ιδία επεξεργασία)

Παρότι η Θεσσαλία έχει μικρότερο ποσοστό στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας συγκριτικά με αστικές περιοχές όπως η Αττική, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην αγροτική οικονομία της Ελλάδας. Αποτελεί το 5% από το συνολικό ΑΕΠ της χώρας ίσο με 9,47 εκατ. που παράγεται στην περιοχή, συνέπεια αυτού αποτελεί ο χαρακτηρισμός της Θεσσαλίας ως γεωργικής δύναμης, συμβάλλοντας τόσο στην εσωτερική οικονομία όσο και στις εξαγωγές μέσω της παραγωγής βαμβακιού, γαλακτοκομικών προϊόντων και μεταποιημένων τροφίμων. Ο ρόλος της στην κτηνοτροφία, η παραγωγή και η επεξεργασία τροφίμων είναι εξίσου κρίσιμος για τη διατήρηση της οικονομικής δραστηριότητας τόσο σε περιφερειακό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Επιπλέον, με την ανάπτυξη του αγροτουρισμού, η Θεσσαλία μπορεί να διαφοροποιήσει και να ενισχύσει την οικονομική της ανθεκτικότητα.

4.2. Ιστορική Αναδρομή των Πλημμύρων στη Θεσσαλία

Οι πλημμύρες στη Θεσσαλία καταγράφονται ήδη από την αρχαιότητα, με πρώτες μαρτυρίες από τον Ηρόδοτο και τον Στράβωνα. Οι δύο ιστορικοί αναφέρονται στη δυναμική και καταστροφική δύναμη των ποταμών της περιοχής, ιδιαίτερα του Πηνειού, και την επίδρασή τους στις γεωργικές δραστηριότητες. Ο Στράβων επισήμανε ότι η γεωμορφολογία της Θεσσαλικής πεδιάδας, εξαιτίας της κλειστής φύσης της και της απορροής των υδάτων από τα γύρω όρη, καθιστούσε την περιοχή ευάλωτη σε συχνά πλημμυρικά φαινόμενα. Παρά τις καταστροφές που προκαλούσαν, οι πλημμύρες συνέβαλλαν θετικά στη ευφορία του εδάφους, καθιστώντας τη Θεσσαλία κέντρο αγροτικής παραγωγής στην αρχαία Ελλάδα(Νημάς,2023).

Εκτός από την αρχαιότητα η Θεσσαλία παραμένει μια περιοχή όπου βιώνει αρκετές πλημμυρικές καταστροφές μέχρι και σήμερα. Οι σημαντικότερες καταστροφές από πλημμύρες στην περιοχή έχουν αναφερθεί από το έτος 1540 έως τις αρχές του 21ου αιώνα. Αυτή είναι μια χρονολογική σύνοψη των πιο καταστροφικών περιπτώσεων πλημμυρών (Νημάς,2023):

- 1) Οκτώβριος 1540: Συνεχείς βροχοπτώσεις επί 30 ημέρες προκάλεσαν μεγάλες πλημμύρες στο Δαμάσι της Λάρισας.
- 2) 27 Δεκεμβρίου 1647: Μια σφοδρή 24ωρη καταιγίδα προκάλεσε πλημμύρες στα Τρίκαλα και τη Λάρισα. Η Λάρισα επλήγη ιδιαίτερα, με τη στάθμη του νερού να ξεπερνά το ύψος των θυρών σε 1.500 σπίτια, με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους πάνω από 800 άτομα.
- 3) 1673: Σημαντική πλημμύρα σημειώθηκε στην περιοχή του Αγίου Αθανασίου στην Ελασσόνα, προκαλώντας τοπικές καταστροφές.
- 4) 1684: Ο ποταμός Πηνειός υπερχείλισε μετά από έντονες βροχοπτώσεις, πλημμυρίζοντας τη μισή Λάρισα και προκαλώντας σοβαρές ζημιές σε σπίτια και υποδομές.
- 5) 8 Φεβρουαρίου 1729: Υπερχείλισε ο Πηνειός ποταμός, προκαλώντας εκτεταμένες καταστροφές στη Λάρισα (στις συνοικίες Αρναούτ, Πέρα και Ταμπάκινα), ενώ από τις πλημμύρες επλήγησαν επίσης τα Τρίκαλα και το Μοσχολούρι λόγω υπερχείλισης του Ωνοχόου ποταμού.

- 6) 2 Φεβρουαρίου 1777: Άλλη μια πλημμύρα του Πηνειού έπληξε τη Λάρισα, καταστρέφοντας πολλές περιοχές, μεταξύ των οποίων τη συνοικία Πέρα μαχαλά, της Αγίας Μαρίνας, το Κιόσκι και τα Καλύβια, καθώς και μικρούς οικισμούς κοντά στην πόλη.
- 7) 26 Μαρτίου 1784: Οι έντονες βροχοπτώσεις προκάλεσαν σημαντικές πλημμύρες στην περιοχή της Καλαμπάκας, με τα τοπικά ποτάμια να υπερχειλίζουν.
- 8) 17 Απριλίου 1796: Ισχυρές βροχοπτώσεις έπληξαν την περιοχή των Μετεώρων, προκαλώντας εκτεταμένες ζημιές.
- 9) 1 Νοεμβρίου 1804: Ο ποταμός Πηνειός υπερχείλισε, καταστρέφοντας σπίτια και καλλιέργειες σε μια τεράστια περιοχή από τη Μεγαρή μέχρι το Φλαμούλι. Οι κάτοικοι αναγκάστηκαν να χρησιμοποιήσουν κάρα και αυτοσχέδιες βάρκες για τη μεταφορά τους.
- 10) 4-5 Αυγούστου 1811: Μετά από 40 ώρες συνεχούς βροχής, χείμαρροι στα νότια της Λάρισας υπερχείλισαν, προκαλώντας πλημμύρες σε πολλές γειτονιές. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν αντιπλημμυρικά έργα στη Λάρισα για την αποχέτευση των υδάτων, κόστους 16.748,10 γρόσια.
- 11) 1826: Η υπερχείλιση του Πηνειού προκάλεσε μεγάλες καταστροφές στη Λάρισα και στα γύρω χωριά.
- 12) 8 Δεκεμβρίου 1836: Καταστροφικές πλημμύρες έπληξαν τα χωριά του κάμπου των Τρικάλων, με την υπερχείλιση των τοπικών ποταμών, με αποτέλεσμα το θάνατο πολλών ζώων και την καταστροφή πολλών σπιτιών.
- 13) 23 Σεπτεμβρίου 1840: Ισχυρές βροχοπτώσεις προκάλεσαν πλημμύρες στην περιοχή των Μετεώρων, όπου ως επακόλουθο είχαν την πλημμυρά.
- 14) Καλοκαίρι του 1842: Οι έντονες βροχοπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού επηρέασαν περιοχές δυτικά του Κόζιακα.
- 15) 1882: Το σπάσιμο του αναχώματος προκάλεσε μεγάλες καταστροφές στη Λάρισα, όπως αναφέρεται αναλυτικά στην εφημερίδα «Εφήμερης» στις 26 Οκτωβρίου 1883.

- 16) 1883-1886: Συχνές πλημμύρες του Ληθαίου ποταμού στα Τρίκαλα, κυρίως λόγω του φράγματος στο Καραμαλί.
- 17) 16 Νοεμβρίου 1901: Μεγάλη πλημμύρα, μετά το σπάσιμο του αναχώματος του Πηνειού στη Λάρισα, πλημμύρισε την περιοχή του Αλκαζάρ, μετατρέποντας ολόκληρες γειτονιές σε νησιά.
- 18) 4-5 Ιουνίου 1907: Καταγράφηκε η πιο καταστροφική πλημμύρα στην ιστορία των Τρικάλων, όταν υπερχείλισε ο Ληθαίος ποταμός, με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους περίπου 300 άνθρωποι και να καταρρεύσουν περισσότερα από 1.200 σπίτια.
- 19) Σεπτέμβριος 1908: Σημαντική πλημμύρα έπληξε και πάλι τη Λάρισα, προκαλώντας καταστροφές.
- 20) 13 Οκτωβρίου 1955: Μια καταιγίδα προκάλεσε την υπερχείλιση του ποταμού Αναύρου, βυθίζοντας τον Βόλο. Πολλοί κάτοικοι, που ζούσαν σε σκηνές λόγω προηγούμενου σεισμού 6,2 Ρίχτερ της 19ης Απριλίου του ίδιου έτους που κατέστρεψε πολλά σπίτια, έχασαν τη ζωή τους.
- 21) 5 Νοεμβρίου 1986: Σοβαρές πλημμύρες έπληξαν τη Ζαγορά Μαγνησίας, καταστρέφοντας σπίτια και υποδομές.
- 22) 21 Οκτωβρίου 1994: Μια από τις μεγαλύτερες πλημμύρες έπληξε την Καρδίτσα, με το χωριό Μεταμόρφωση να βυθίζεται στο νερό και τη λάσπη.



Εικόνα 3: Φωτογραφικό υλικό από πλημμύρες στην Θεσσαλία (1994-2020)

- 23) Οκτώβριος 2006: Σημαντικές πλημμύρες έπληξαν και πάλι τον Βόλο και τη Μαγνησία, αναγκάζοντας την περιοχή να κηρυχθεί σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

24) 10 Δεκεμβρίου 2009: Η πόλη του Βόλου υπέστη και πάλι πλημμύρες λόγω ανεπαρκών αντιπλημμυρικών μέτρων.

25) 19 Σεπτεμβρίου 2020: Μια πρωτοφανής καταιγίδα έπληξε τη Θεσσαλία, προκαλώντας εκτεταμένες πλημμύρες στην Καρδίτσα και τις γύρω περιοχές. Το χωριό Μεταμόρφωση βυθίστηκε ξανά, ενώ το Κέντρο Υγείας στο Μουζάκι κατέρρευσε λόγω της υπερχειλίσης του ποταμού Πάμισου. Στον Αλμυρό πλημμύρισε ο ποταμός Ξεριάς και καταστράφηκε η επ' αυτού γέφυρα.

Οι πλημμύρες στη Θεσσαλία, που καταγράφονται τους τελευταίους αιώνες, αναδεικνύουν τη γεωγραφική και κλιματική ευπάθεια της περιοχής. Η ένταση και η συχνότητα των πλημμυρικών φαινομένων προκαλούν καταστροφές σε σπίτια, καλλιέργειες και υποδομές, επηρεάζοντας την τοπική οικονομία και τη ζωή των κατοίκων, ενώ η διαχείριση παραμένει ζωτικής σημασίας.

4.3. Πλημμύρα 2023 :Daniel

Τον Σεπτέμβριο του 2023 η μεσογειακή καταιγίδα «Daniel», μια από τις πιο καταστροφικές πλημμύρες που έπληξε την περιφέρεια της Θεσσαλίας. Ξεκίνησε στις 5 Σεπτεμβρίου, με βροχοπτώσεις που ξεπέρασαν τα 600 mm με συνέπεια να πλημμυρίσουν περίπου 700.000 στρέμματα γης, να χάσουν τις ζωές τους 11 άνθρωποι και προκαλώντας ανεπανόρθωτες ζημιές σε υποδομές, καλλιεργούμενες εκτάσεις και κτίρια.



Εικόνα 4:Εικονες μετά την Πλημμύρα

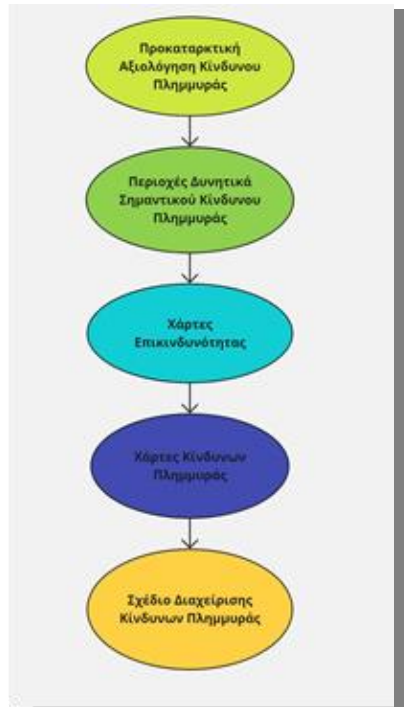
Πέρα από τα παραπάνω η έντονη βροχόπτωση στις 5 και 6 Σεπτέμβριου του 2023, όπου έπληξε την Θεσσαλία, είχε ως επακόλουθο την υπερχειλίση του ποταμού Πηνειού και των παραποτάμων αυτού. Επίσης η κατάρρευση αντιπλημμυρικών φραγμάτων στην Καρδίτσα προκάλεσε εκτεταμένες πλημμύρες στα χωριά Παλαμάς, Βλοχός, Μεταμόρφωση, Κοσκινάς και Μαραθέα καθώς και στο κεραμίδι για την Φαρκαδωνα Τρικάλων καθιστώντας ακατοίκητα

κάποια από αυτά. Σοβαρές ζημιές υπέστησαν και τα χωριά των πασσάλων ενώ τα Μεγάλα καλύβια και η Αγία Κυριακή πλημμύρισαν από τον ποταμό Πάμισο. Πολλά από τα ζώα της περιοχής πνίγηκαν ενώ οι καλλιέργειες υπέστησαν σοβαρά προβλήματα. Παράλληλα, πλημμύρες παρατηρήθηκαν και στον Βόλο με σοβαρά προβλήματα στις περιοχές Κραυσιδωνα και Παλιά. Ο εθνικός αυτοκινητόδρομος έγινε αδιάβατος, εμποδίζοντας έτσι την πρόσβαση σε βασικές περιοχές και δυσκολεύοντας τις προσπάθειες διάδοσης και ανάκτησης. Σε διάφορες τοποθεσίες, η στάθμη του νερού ξεπέρασε τα 2 μέτρα, ενώ πολυάριθμες κατοικίες και αγροτικές εκτάσεις κατακλύστηκαν από λάσπη και συντρίμια, χαρακτηρίζοντας πολλές περιοχές μη κατοικήσιμες.

4.4. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμυράς των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

Στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν 14 υδατικά διαμερίσματα και 46 λεκάνες απορροής όπου εκτιμώνται σε 26.703 km ζωνών δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας (ΥΠΕΝ, 2024). Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2007/60/ΕΚ περί αξιολόγησης και διαχείρισης κινδύνου πλημμύρας οι ειδική γραμματεία υδάτων πραγματοποίησε προκαταρκτική αξιολόγηση κινδύνων πλημμύρας το 2012 με πρώτη αναθεώρηση αυτής το 2019. Με την προκαταρκτική αξιολόγηση κινδύνων πλημμύρας ορίστηκαν ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας και σε τοπικό και κεντρικό επίπεδο συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με πλημμυρικά γεγονότα από τους αρμόδιους φορείς με σκοπό την συλλογή και την καταχώριση των δεδομένων αυτών σε λογιστικά φύλλα για όλη την επικράτεια.

Η Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας περιλαμβάνει την καταγραφή ιστορικών πλημμυρών με τα γνωρίσματά τους και τις συνέπειές τους. Επίσης τον εντοπισμό περιοχών όπου είναι πιθανόν να σημειωθεί πλημμύρα και την αξιολόγηση των δυνητικών αρνητικών επιπτώσεων σε μελλοντικό πλημμυρικό φαινόμενο. Τέλος στην Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας περιέχεται ο καθορισμός ζωνών δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας. Παρακάτω παρουσιάζεται μια εικόνα με τα στάδια που προβλέπει η Οδηγία 2007/60/ΕΚ:

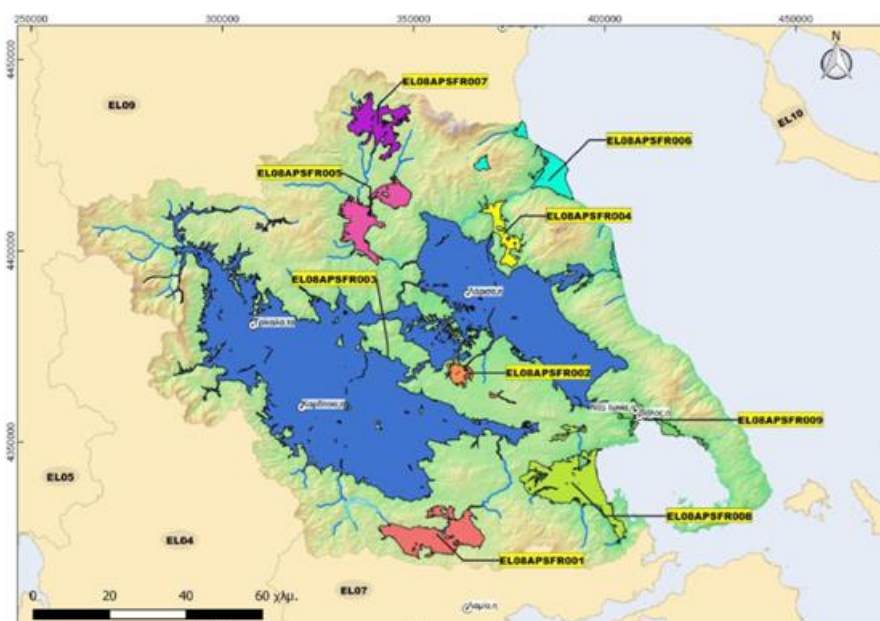


Εικόνα 5: Η προσέγγιση των πέντε σταδίων για την αξιολόγηση και την διαχείριση των κινδύνων που προβλέπει η οδηγία για τις πλημμύρες(Ιδία επεξεργασία)

Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, σύμφωνα με την 1η Αναθεώρηση της ΠΑΚΠ κατά την Οδηγία 2007/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1108/Β'/21.07.2010) της ΕΓΥ/ΥΠΕΚΑ, όπως τροποποιήθηκε με την Κ.Υ.Α. 177772/924/2017 (ΦΕΚ 2140/Β'/22.06.2017).Οι Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας καταρτίστηκαν στις ακόλουθες Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, οι οποίες καθορίστηκαν στο πλαίσιο της 1ης Αναθεώρησης της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας:

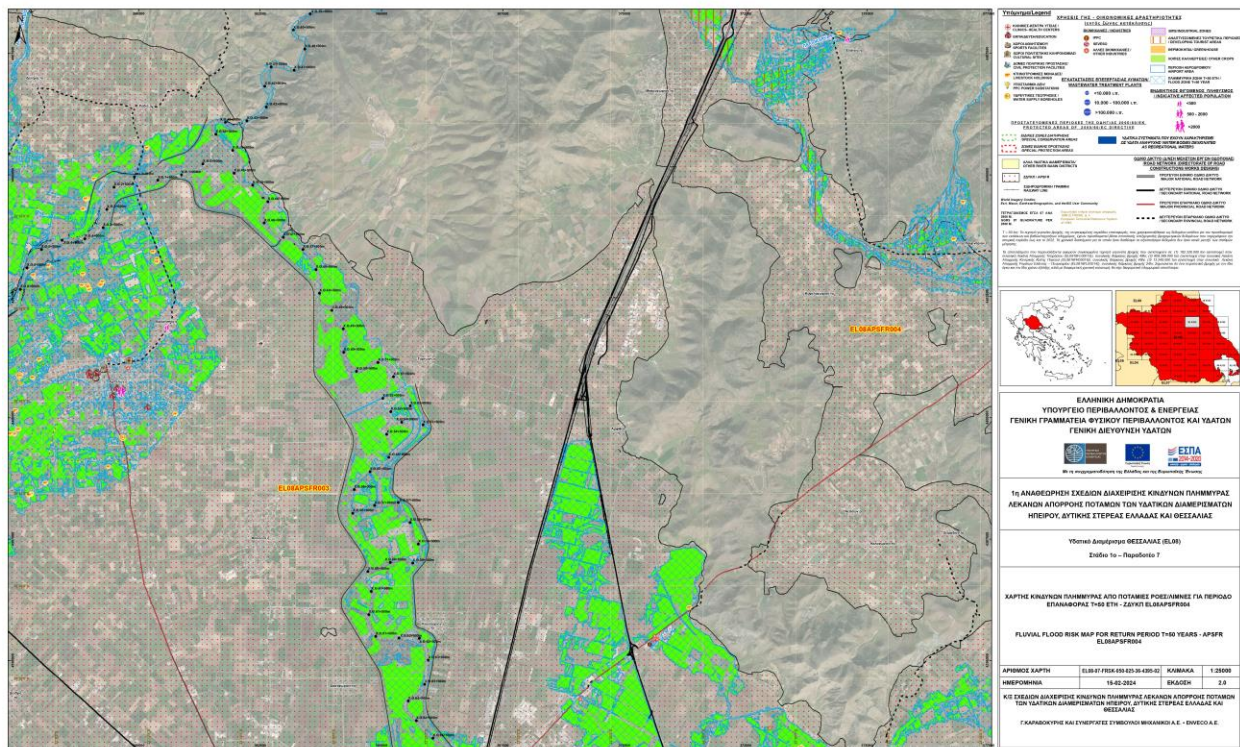
- **EL08APSFR001 Χαμηλή ζώνη άνω ρου π. Ενιπέα, τάφρου Ξυνιάδας**
- **EL08APSFR002 Χαμηλή ζώνη λεκάνης άνω ρου ρ. Κουσμπασανιώτικο**
- **EL08APSFR003 π. Πηνειός και παραπόταμοι μαζί με την κλειστή λεκάνη της λίμνης Κάρλας**
- **EL08APSFR004 Χαμηλή ζώνη κλειστής λεκάνης Καλοχωρίου**
- **EL08APSFR005 Χαμηλή ζώνη μέσω ρου π. Τιταρήσιου, περιοχή Ελασσώνας**

- EL08APSFR006 Δέλτα ποταμού Πηνειού, Παραλία Κουλούρας-Παλιοπούργου και χαμηλές ζώνες ρεμάτων Ζηλιάνας και Πουρί
- EL08APSFR007 Χαμηλή ζώνη άνω ρου π. Τιταρήσιου
- EL08APSFR008 Χαμηλή ζώνη λεκανών ρ. Αλμυρού, Χολόρεμμα και Λαχανόρεμα στο Ν. Μαγνησίας
- EL08APSFR009 Χαμηλή ζώνη λεκάνης χ. Ξηριά στο Βόλο και ρεμάτων ευρύτερης περιοχής Βόλου



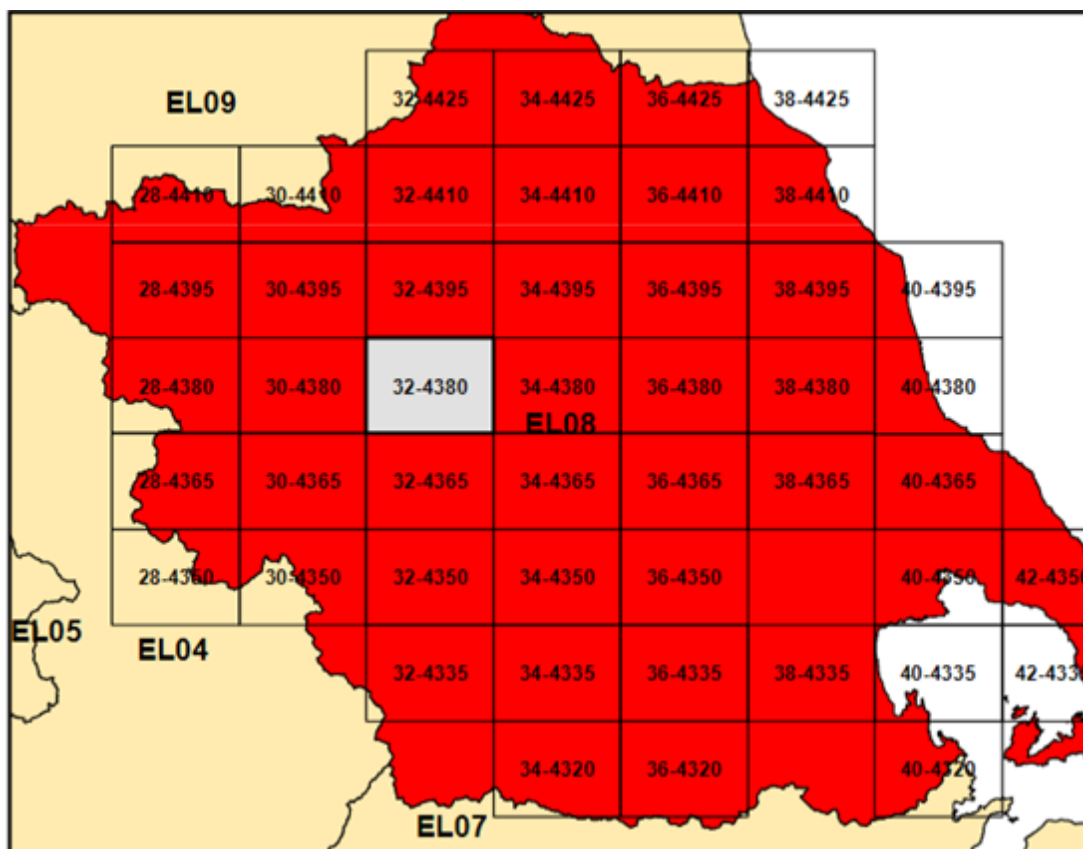
Εικόνα 6: Απόσπασμα του Χάρτη αποτύπωσης των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας, 1η Αναθεώρησης της ΠΑΚΠ

Σύμφωνα με 1η Αναθεώρηση Σχέδιου Διαχείρισης Κίνδυνων Πλημμυράς των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (EL08) περισσότερο σε κίνδυνο μελλοντικών πλημμύρων θέτονται οι πεδινές περιοχές ,δηλαδή περιμετρικά από τον ποταμό Πηνειό,Ενίππεα,Τιταρήσιο και γύρω από την Λίμνη Κάρλα.



Εικόνα 7:Χάρτης κινδύνου πλημμύρας, ΣΔΚΠΛΑΠ (2024)

Η αξιολόγηση του Κινδύνου Πλημμύρας γίνεται μέσα από τις περιοχές κατάκλυσης, όπως αυτές προκύπτουν από την υδραυλική ανάλυση για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς (T50, T100 και T1000). Ο Κίνδυνος Πλημμύρας καθορίζεται πλήρως από δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους μεγέθη, την Τρωτότητα σε Πλημμύρα και την Επικινδυνότητα Πλημμύρας. Η Τρωτότητα σε Πλημμύρα, όπως χρησιμοποιείται στην παρούσα προσέγγιση, αποτελεί έναν δείκτη της έκθεσης και ευπάθειας των ανθρώπων, υποδομών, οικονομικών δραστηριοτήτων, του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς εντός της πλημμυρικής ζώνης. Εξαρτάται, συνεπώς, από τις χρήσεις γης εντός της ζώνης κατάκλυσης. Η Επικινδυνότητα Πλημμύρας, όπως χρησιμοποιείται στην παρούσα προσέγγιση, αποτελεί έναν δείκτη της καταστροφής ενός συγκεκριμένου πλημμυρικού γεγονότος. Σαν προσδιοριστικά μεγέθη της καταστροφής υιοθετήθηκαν η ταχύτητα και το βάθος ροής. Ο Κίνδυνος Πλημμύρας προκύπτει από το γινόμενο των παραπάνω δεικτών Τρωτότητας και Επικινδυνότητας. Τελικό στάδιο αποτελεί η σύνταξη των χαρτών κινδύνων πλημμύρας. Οι χάρτες κινδύνων πλημμύρας για το ΥΔ Θεσσαλίας επικαιροποιήθηκαν και αναρτήθηκαν στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ τον Φεβρουάριο 2024, για καθεμία περιοχή πινακίδα του παρακάτω χάρτη και για περίοδο επαναφοράς 50, 100 και 1000 χρόνια.



Εικόνα 8: Πινακίδες, ΥΠΕΝ 2024

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αποκατάσταση των πληγείσων περιοχών μετά την πλημμύρα "Daniel" περιλαμβάνουν συγκεκριμένα μέτρα και εκτιμήσεις κόστους.

Ζημιές-Κοινωνικές επιπτώσεις: Υπολογίστηκε ότι η αποκατάσταση των ζημιών από τον Daniel θα κοστίσει περίπου 1.4 δισεκατομμύρια ευρώ. Το ποσό αυτό αφορά αποκατάσταση το οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις, καθώς και αρδευτικά και αποστραγγιστικά συστήματα. Επίσης, διακόπηκαν οι λειτουργίες σημαντικών υποδομών, όπως δίκτυα κοινής ωφέλειας, νοσοκομεία και σχολεία, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την κοινότητα

Μη αποτελεσματική αποστράγγιση έργων: Οι υπάρχουσες αποστραγγιστικές υποδομές ενείχαν αστοχίες, ειδικά στην περιοχή της λίμνης Κάρλας.

Προβλήματα στην υγεία: Οι πλημμύρες σε αστικές περιοχές επηρέασαν σε μεγαλύτερη κλίμακα το πληθυσμό σε πυκνότητά μεγαλύτερη από 80 άτομα ανά εκτάριο, αυξήθηκε ο κίνδυνος για την ζωής των κατοίκων. Εκτός όμως αυτό το γεγονός υπάρχει και κίνδυνος ρύπανσης από διαρροές λόγω των πλημμύρων κάτι το οποίο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα ζωής στην περιοχή.

Αγροτικές Περιοχές: Λόγω του μη αναβαθμισμένου συστήματος αποστράγγισης μεγάλη καλλιεργήσιμη έκταση, ιδιαίτερα στις περιοχές της Καρδίτσας και της Κάρλας, υπέστη σοβαρές ζημιές.

Κεφάλαιο 5.

Συμπεράσματα και Συστάσεις

5.1. Σύνοψη Περιεχομένου Εργασίας

Η διπλωματική εργασία αυτή εξέτασε βιβλιογραφικά τα πλημμυρικά φαινόμενα εστιάζοντας στις στρατηγικές προσαρμογής και αποκατάστασης που απαιτούνται σε περιοχές που πλήττονται από πλημμύρες. Ως στόχο είχε την ανάλυση των παραγόντων που οδηγούν σε πλημμύρες, καθώς και την παρουσίαση μεθόδων οι οποίες ενισχύουν την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και κοινοτήτων. Αρχικά, παρουσιάστηκαν οι αίτιες και οι τύποι των πλημμυρών καθώς και οι επιπτώσεις στις υποδομές, τη γεωργία και το περιβάλλον, ενώ έγινε ανάλυση για το ισχύον θεσμικό πλαίσιο. Στην συνέχεια τέθηκαν βάσεις για την κατανόηση της σημασίας της προσαρμοστικότητας σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, επισημαίνοντας τη σύνδεση των πλημμυρών με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις κλιματικές αλλαγές.

Ιδιαίτερη βάση δίνεται στην προσαρμοστικότητα των κοινοτήτων, με την αλληλεπίδραση της τεχνολογίας παραδείγματος χάριν τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και οι μέθοδοι αποστράγγισης. Οι προσαρμοστικές προσεγγίσεις διαχείρισης αναδεικνύουν την ενίσχυση των υποδομών και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών για την μείωση των πιέσεων σχετικά με τους κινδύνους.

Η ανασκόπηση της Θεσσαλίας αναδεικνύει τη γεωγραφική και κλιματική ευπάθεια της περιοχής και σημαντικές επιπτώσεις που προκάλεσε η καταιγίδα Daniel. Το κεφάλαιο επισημαίνει το ποσό απαραίτητη είναι η ενίσχυση με αντιπλημμυρικές υποδομές δημιουργία φραγμάτων και η αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων για την ομαλότητα των διεργασιών.

Τα συμπεράσματα της έρευνας υπογραμμίζουν τη βαρύτητα μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που εναρμονίζει τις τεχνικές λύσεις με τις φυσικές μεθόδους. Ως βασικοί παράγοντες για την πρόληψη και την αποκατάσταση από πλημμύρες τονίζονται η προσαρμοστικότητα των κοινοτήτων και η ανθεκτικότητα των υποδομών. Ενώ για την ανάπτυξη

βιώσιμων στρατηγικών διαχείρισης πλημμυρικών κίνδυνων είναι αναγκαία η συνεργασία μεταξύ τοπικών και κεντρικών φορέων, επιστημονικών οργανισμών και της κοινωνίας.

5.2. Διατύπωση Προτάσεων για τη Βελτίωση της Προσαρμοστικότητας και της Αντοχής στην Περίπτωση Πλημμυρών στη Θεσσαλία.

Τέλος, η αποκατάσταση έπειτα από ένα καταστροφικό γεγονός δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Χρειάζονται μέτρα ώστε να βελτιωθεί η ανθεκτικότητα του οικοσυστήματος το οποίο πλήττεται. Τα μέτρα που είναι απαραίτητα για την ανθεκτικότητα και την προσαρμογή του περιβάλλοντος αποτελούνται από έναν συνδυασμό τεχνικών διαχειριστικών και περιβαλλοντικών δράσεων. Πιο συγκεκριμένα:

- **Βελτίωση και ενίσχυση των αντιπλημμυρικών έργων:** Η αναβάθμιση των αναχωμάτων, φραγμάτων και αποστραγγιστικών κατασκευών είναι κρίσιμη για την προστασία των περιοχών από πλημμύρες. Οι παλιές υποδομές πρέπει να ενταχθούν στα σύγχρονα πλαίσια εγκαταστάσεων ώστε να είναι ανθεκτικά σε ακραία καιρικά φαινόμενα όπως αυτά που συνέβαλλαν στην πλημμύρα του Daniel.

- **Δημιουργία και ενίσχυση φυσικών φραγμάτων:** Πέρα από τα τεχνικές κατασκευές η επένδυση και σε πράσινες λύσεις αποτελεί έναν ολοκληρωμένο τρόπο διαχείρισης. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν τεχνικές φυσικής συγκράτησης υδάτων οι οποίες βοηθούν στην μείωση της ταχύτητα και της ποσότητας του νερού που φθάνει σε κατοικημένες περιοχές μέσω των φυτεύσεων κατά μήκος των ποταμών καθώς και της δημιουργία υγροτόπων.

- **Οριοθέτηση χρήσεων γης και πολεοδομικών σχεδίων:** Η αποφυγή της οικιστικής ανάπτυξης σε περιοχές υψηλού κινδύνου αποτελεί σωστή διαχείριση των χρήσεων γης η οποία είναι σημαντική για την ανθεκτικότητα σε ακραίες πιέσεις. Επίσης, οι επιπτώσεις μελλοντικών καταστροφικών πλημμυρών μπορούν να περιοριστούν εφόσον η πολεοδομική ρύθμιση προσαρμοστεί στο Σχέδιο Κίνδυνων Πλημμυράς.

- **Εξέλιξη των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης:** Η βελτίωση των μετεωρολογικών σταθμών και των συστημάτων παρακολούθησης υδάτων θα αναβάθμιση την έγκαιρη ειδοποίηση των πολιτών και των αρχών, δίνοντας περισσότερο χρόνο για προετοιμασία και μείωση των κινδύνων.

- **Αποκατάσταση φυσικών οικοσυστημάτων:** Τα φυσικά οικοσυστήματα έχουν καλύτερη απορρόφηση του νερού ,αυτό μειώνει τις πιθανότητες πλημμυρών. Επομένως,

επαναφορά φυσικών οικοσυστημάτων που έχουν καταστραφεί από ανθρώπινες επεμβάσεις μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη μιας ενδεχομένης καταστροφών.

Τα μετρά αυτά συνδυαστικά μπορούν να συμβάλλουν στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της προσαρμογής ενός οικοσυστήματος και στην πρόβλεψη μελλοντικών πλημμύρων.

Βιβλιογραφία

Βασιλόπουλος, Ε. Κ. (2018). Κίνδυνος πλημμύρας σε επίπεδο λεκάνης απορροής και εκτίμηση της αβεβαιότητας: εφαρμογή στο χείμαρρο Ξηριά, Ν. Μαγνησίας (Bachelor's thesis).

Διακάκης, Μ. (2012). Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης

Παπαστεφανάκης, Ν., (2009). Στοχαστική ανάλυση του πλημμυρικού γεγονότος της 17ης Οκτωβρίου 2006 στην υδρολογική λεκάνη της Αλμυρίδας, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και Παράκτιας Μηχανικής, Χανιά.

Diakakis, M., Foumelis, M., Gouliotis, L., & Lekkas, E. (2011). Preliminary flood hazard and risk assessment in Western Athens metropolitan area. *Advances in the Research of Aquatic Environment: Volume 1*, 147-154.

Gaume, E., Bain, V., Bernardara, P., Newinger, O., Barbuc, M., Bateman, A., ... & Viglione, A. (2009). A compilation of data on European flash floods. *Journal of Hydrology*, 367(1-2), 70-78.

Koutsoyiannis, D., Mamassis, N., Efstratiadis, A., Zarkadoulas, N., & Markonis, Y. (2012). Floods in Greece. Changes of flood risk in Europe, 238-256.

Mamassis, N., & Koutsoyiannis, D. (1996). Influence of atmospheric circulation types on space-time distribution of intense rainfall. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 101(D21), 26267-26276.

Seifert, P. 2012: S bezpečím roste škoda?. Kancelář Regionálního plánovacího sdružení Horní údolí Labe/Východní Krušnohoří . [Online] http://strima.ziel3.eu/fileadmin/user_upload/Infomaterials/s_bezpecim_roste_skoda.pdf

Svetlana, D., Radovan, D., & Ján, D. (2015). The economic impact of floods and their importance in different regions of the world with emphasis on Europe. *Procedia Economics and Finance*, 34, 649-655.

European Commission. (2007). Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32007L0060>

Hellenic Republic. (2010). ΦΕΚ 1108B/2010: Καθορισμός των όρων και των διαδικασιών για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας. Retrieved from <https://www.et.gr/>

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2021). EM-DAT: The International Disaster Database. Retrieved from <https://www.emdat.be/>

Pender, G., & Faulkner, H. (2011). *Flood Risk Science and Management*. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1444330856.

Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., & Thielen, A. (2010). Review article "Assessment of economic flood damage". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), 1697-1724. DOI: 10.5194/nhess-10-1697-2010.

Aljundi, I. H. (2023). Flood Risk and Vulnerability from a Changing Climate Perspective: An Overview Focusing on Flash Floods and Associated Hazards in Jeddah. *Water*, 15(20), 3641. <https://doi.org/10.3390/w15203641>

Tradowsky, J. S., Philip, S. Y., Kreienkamp, F., Kew, S. F., Lorenz, P., Arrighi, J., ... & Wanders, N. (2023). Attribution of the heavy rainfall events leading to severe flooding in Western Europe during July 2021. *Climatic Change*, 176(7), 90. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-023-03502-7>

Sohn, W., Kim, J.-H., Li, M.-H., Brown, R.D., & Jaber, F.H. (2020). How does increasing impervious surfaces affect urban flooding in response to climate variability? *Ecological Indicators*, 118, Article 106774.

Sun, Q., Zhang, X., Zwiers, F., Westra, S., & Alexander, L. V. (2021). A global, continental, and regional analysis of changes in extreme precipitation. *Journal of Climate*, 34(1), 243-258.

Aljundi, I. H. (2023). Flood Risk and Vulnerability from a Changing Climate Perspective: An Overview Focusing on Flash Floods and Associated Hazards in Jeddah. *Water*, 15(20), 3641. <https://doi.org/10.3390/w15203641>

Rojas, R., Feyen, L., Bianchi, A., & Dosio, A. (2012). Assessment of future flood hazard in Europe using a large ensemble of bias-corrected regional climate simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D17), Article D17109. <https://doi.org/10.1029/2012JD017461>

Seneviratne, S.I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., et al. (2021). Weather and climate extreme events in a changing climate. In *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, et al., 1513-1766. Cambridge University Press. <https://centaur.reading.ac.uk/101846/1/Accepted%20Chapter%2011.pdf>

Raymond, C., et al. (2020). Understanding and managing connected extreme events. *Nature Climate Change*, 10(7), 611-621. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0790-4>

Habel, S., Fletcher, C. H., Anderson, T. R., & Thompson, P. R. (2020). Sea-level rise induced multi-mechanism flooding and contribution to urban infrastructure failure. *Scientific Reports*, 10, 3796. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60762-4>

Fischer, L., Kääh, A., Huggel, C., & Noetzi, J. (2006). Geology, glacier retreat and permafrost degradation as controlling factors of slope instabilities in a high-mountain rock wall: the Monte Rosa east face. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6, 761-772. <https://nhess.copernicus.org/articles/6/761/2006/nhess-6-761-2006.pdf>

Van Der Knijff, J.M., Younis, J., & De Roo, A.P.J. (2008). Lisflood: A GIS-based distributed model for river basin scale water balance and flood simulation. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(2), 189-212. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810802549154>

Trenberth, K.E., Dai, A., Rasmussen, R.M., & Parsons, D.B. (2003). The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84(9), 1205-1217. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/84/9/bams-84-9-1205.xml>

Jongman, B., Winsemius, H.C., Aerts, J.C.J.H., Coughlan de Perez, E., van Aalst, M.K., Kron, W., & Ward, P.J. (2015). Declining vulnerability to river floods and the global benefits of adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), E2271-E2280. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1414439112>

Meraj, G., Romshoo, S.A., Yousuf, A.R., Altaf, S., & Altaf, F. (2015). Assessing the influence of watershed characteristics on the flood vulnerability of Jhelum basin in Kashmir Himalaya. *Natural Hazards*, 77, 153-175. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-015-1605-1>

Παπαπέτρου, Δ. (2017). Εκτίμηση της εδαφικής διάβρωσης και της στερεοπαροχής στον Ελληνικό χώρο. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/44971/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97_%CE%A0%CE%91%CE%A0%CE%95%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%A5.pdf?sequence=1

Knabb, R. D., Rhome, J. R., & Brown, D. P. (2005). Tropical Cyclone Report: Hurricane Katrina. National Hurricane Center.

Lin, N., Smith, J. A., Villarini, G., Marchok, T. P., & Baeck, M. L. (2010). Modeling extreme rainfall, winds, and surge from Hurricane Isabel (2003). *Weather and forecasting*, 25(5), 1342-1361.

Woodruff, J. D., Irish, J. L., & Camargo, S. J. (2013). Coastal flooding by tropical cyclones and sea-level rise. *Nature*, 504(7478), 44-52.

Gori, A., Lin, N., Xi, D., & Emanuel, K. (2022). Tropical cyclone climatology change greatly exacerbates US extreme rainfall–surge hazard. *Nature Climate Change*, 12(2), 171-178.

Javadinejad, S., Dara, R., & Jafary, F. (2020). Climate change scenarios and effects on snow-melt runoff. *Civil Engineering Journal*, 6(9), 1715-1725.

https://www.researchgate.net/profile/Safieh-Javadinejad/publication/344033111_Climate_Change_Scenarios_and_Effects_on_Snow-Melt_Runoff/links/5f502b87458515e96d2579b6/Climate-Change-Scenarios-and-Effects-on-Snow-Melt-Runoff.pdf

Trenberth, K. E. (2005). The impact of climate change and variability on heavy precipitation, floods, and droughts. *Encyclopedia of hydrological sciences*, 17, 1-11.

<https://www2.cgd.ucar.edu/staff/trenbert/books/EHShsa211.pdf>

KURT, Z. Ö. (2023). THE EFFECT OF EARTHQUAKES ON FLOODS. *Academic Studies in Engineering*, 47.

Bathrellos, G. D., Karymbalis, E., Skilodimou, H. D., Gaki-Papanastassiou, K., & Baltas, E. A. (2016). Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-14.

Canale, C., Barbaro, G., Foti, G., Petrucci, O., Besio, G., & Barillà, G. C. (2022). Bruzzano river mouth damage due to meteorological events. *International Journal of River Basin Management*, 20(4), 499-515.

Faccini, F., Robbiano, A., & Sacchini, A. (2012). Geomorphic hazards and intense rainfall: the case study of the Recco Stream catchment (Eastern Liguria, Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(4), 893-903.

Olabode, O. F., Oluwaniyi, O. E., Adebayo, Q. A., & Asiwaju-Bello, Y. A. (2020). Morpho-lithostructural analysis of Ala River basin for flood risk assessment: geospatial techniques intervention. *Earth Science Informatics*, 13(3), 773-794.

Panagoulia, D., Mamassis, N., & Gkiokas, A. (2013, June). Deciphering the floodplain inundation maps in Greece. In *Proceedings of the 8th International Conference Water Resources Management in an Interdisciplinary and Changing Context*, Porto, Portugal (pp. 26-29).

Kaburu, M. J., Koech, M. K., & Manguriu, D. (2019). Anthropogenic factors that cause floods in Mukuru Slums, Nairobi City County, Kenya. *Eur Int J Sci Technol*, 8(7), 9-22.

Khaleghi, M. R. (2017). The influence of deforestation and anthropogenic activities on runoff generation.

Parsasyrat, L., & Jamali, A. A. (2015). The effects of impermeable surfaces on the flooding possibility in Zarrin-Shahr, Isfahan Municipal Watershed. *J Appl Environ Biol Sci*, 5(1), 28-38.

Ertan, S., & Çelik, R. N. (2021). The assessment of urbanization effect and sustainable drainage solutions on flood hazard by GIS. *Sustainability*, 13(4), 2293.

Bibi, T. S., Kara, K. G., Bedada, H. J., & Bededa, R. D. (2023). Application of PCSWMM for assessing the impacts of urbanization and climate changes on the efficiency of stormwater drainage systems in managing urban flooding in Robe town, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 45, 101291.

Twohig, C., Casali, Y., & Aydin, N. Y. (2022). Can green roofs help with stormwater floods? A geospatial planning approach. *Urban Forestry & Urban Greening*, 76, 127724.

Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., ... & Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature communications*, 8(1), 1-13.

Van Rompaey, A. J., Govers, G., & Puttemans, C. (2002). Modelling land use changes and their impact on soil erosion and sediment supply to rivers. *Earth surface processes and landforms*, 27(5), 481-494.

Hajian, F., Dykes, A. P., & Cavanagh, S. (2019). Assessment of the flood hazard arising from land use change in a forested catchment in northern Iran. *Journal of flood risk management*, 12(4), e12481.

Vahedifard, F., Madani, K., AghaKouchak, A., & Thota, S. K. (2021). Are we ready for more dam removals in the United States. *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 1(1), 013001.

Ward, P. J., de Ruiter, M. C., Mård, J., Schröter, K., Van Loon, A., Veldkamp, T., ... & Wens, M. (2020). The need to integrate flood and drought disaster risk reduction strategies. *Water Security*, 11, 100070.

Hankin, B., Hewitt, I., Sander, G., Danieli, F., Formetta, G., Kamilova, A., ... & Lamb, R. (2020). A risk-based network analysis of distributed in-stream leaky barriers for flood risk management. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(10), 2567-2584.

Ong, C., & Oregó, F. (2002). Links between land management, sedimentation, nutrient flows and smallholder irrigation in the Lake Victoria Basin. *The Changing Face of Irrigation in Kenya: Opportunities for Anticipating Change in Eastern and Southern Africa*. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 135-154.

Gurovich, L., & Oyarce, P. (2015). New approaches to agricultural land drainage: A review. *Irrigat Drainage Sys Eng*, 4(2).

Ward, P. J., & Pauw, W. P. (2017). *Flood Risk Management Strategies and Governance*. Cambridge University Press.

Kundzewicz, Z. W. (Ed.). (2019). *Flood Risk and Management*. Springer.

Beltaos, S. (Ed.). (1995). River ice jams. *Water Resources Publication*. p.15-19

Godara, N., Bruland, O., & Alfredsen, K. (2023). Modelling Flash Floods Driven by Rain-on-Snow Events Using Rain-on-Grid Technique in the Hydrodynamic Model TELEMAC-2D. *Water*, 15(22), 3945.

Διακάκης, Μ. (2018). Σημειώσεις μαθήματος: « Υδρομετεωρολογικές Καταστροφές Και Κλιματική Αλλαγή» του ΠΜΣ «Στρατηγικές Διαχείρισης Καταστροφών και Κρίσεων». Αθήνα: ΕΚΠΑ

Eldeeb, H. M., Ibrahim, A., Mowafy, M. H., Zeleňáková, M., Abd-Elhamid, H. F., Pietrucha-Urbanik, K., & Ghonim, M. T. (2023). Assessment of Dams' Failure and Flood Wave Hazards on the Downstream Countries: A Case Study of the Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD). *Water*, 15(8), 1609.

Διαμαντή, Π. Β. (2014). Παράκτιες πλημμύρες στις ελληνικές ακτές και κλιματική αλλαγή (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Λέκκας, Ε., 2000. Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές.

Merz, B., Blöschl, G., Vorogushyn, S., Dottori, F., Aerts, J. C., Bates, P., ... & Macdonald, E. (2021). Causes, impacts and patterns of disastrous river floods. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 592-609.

Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., ... & Sherstyukov, B. (2014). Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1-28.

Stefanidis, S., & Stathis, D. (2013). Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). *Natural hazards*, 68, 569-585.

Hallegatte, S., Rentschler, J., & Rozenberg, J. (2020). Adaptation principles: a guide for designing strategies for climate change adaptation and resilience.

Meng, M., Dabrowski, M., & Stead, D. (2020). Enhancing flood resilience and climate adaptation: The state of the art and new directions for spatial planning. *Sustainability*, 12(19), 7864.

Espada, R., Apan, A., & McDougall, K. (2017). Vulnerability assessment of urban community and critical infrastructures for integrated flood risk management and climate adaptation strategies. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(4), 375-411.

- Haer, T., Botzen, W.J.W., Zavala-Hidalgo, J., & Cusell, C. (2017). "Economic evaluation of climate risk adaptation strategies: Cost-benefit analysis of flood protection in Tabasco, Mexico." *Atmósfera*.
- Carter, J. G., Handley, J., Butlin, T., & Gill, S. (2018). Adapting cities to climate change—exploring the flood risk management role of green infrastructure landscapes. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(9), 1535-1552.
- Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social capital and community resilience. *American behavioral scientist*, 59(2), 254-269.
- Cutter, S. L. (2014). The Landscape of Resilience Measures. In *Workshop on Measures of Community Resilience*.
- Cutter, S. L., Boruff, B., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.
- Keim, M. (2008). Building Human Resilience: The Role of Public Health Preparedness and Response As an Adaptation to Climate Change. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 508–516
- Tyler, S., Moench, M. (2012). A framework for urban climate resilience. *Climate and development*, 4(4), 311-326.
- Tingsanchali, T. (2012). Urban flood disaster management. *Procedia Engineering*, 32, 25-37.
- Nikolić, V., Galjak, M., & Taradi, J. (2020). Disaster risk management and community resilience
- NISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2015). Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030. UNISDR.
- Bustinza, O. F., Vendrell-Herrero, F., Perez-Arostegui, M., & Parry, G. (2019). Technological capabilities, resilience capabilities and organizational effectiveness. *The International Journal of Human Resource Management*, 30(8), 1370-1392.
- Espada, R., Apan, A., & McDougall, K. (2017). Vulnerability assessment of urban community and critical infrastructures for integrated flood risk management and climate adaptation strategies. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(4), 375-411.
- Carter, J. G., Handley, J., Butlin, T., & Gill, S. (2018). Adapting cities to climate change—exploring the flood risk management role of green infrastructure landscapes. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(9), 1535-1552.
- Zevenbergen, C., Gersonius, B., & Radhakrishnan, M. (2020). Flood resilience. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2168), 20190212.

Tariq, M. A. U. R., Farooq, R., & Van de Giesen, N. (2020). A critical review of flood risk management and the selection of suitable measures. *Applied Sciences*, 10(23), 8752.

Ketter, K. G. (2018). *Managing flooding in residential areas of Nairobi: a case study of south C* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).

Καμπουροπουλος, Σ. (2015). Δημοσιες πολιτικες που εγκυμονουν επηρεαζουν φυσικους, κοινωνικο-φυσικους και τεχνολογικους κινδυνους. Η περιπτωση της πολιτικης χωρικός σχεδιασμος προληψης-προστασιας κινδυνων σεισμων και κλιματικης αλλαγης.

Rupngam, T., & Messiga, A. J. (2024). Unraveling the Interactions between Flooding Dynamics and Agricultural Productivity in a Changing Climate. *Sustainability*, 16(14), 6141.

Li, P., Li, D., Sun, X., Chu, Z., Xia, T., & Zheng, B. (2022). Application of ecological restoration technologies for the improvement of biodiversity and ecosystem in the river. *Water*, 14(9), 1402.

Munawar, H. S., Hammad, A. W., Waller, S. T., Thaheem, M. J., & Shrestha, A. (2021). An integrated approach for post-disaster flood management via the use of cutting-edge technologies and UAVs: A review. *Sustainability*, 13(14), 7925.

Diakakis, M., Pallikarakis, A., & Katsetsiadou, K.-N. (2014). Using a Spatio-Temporal GIS Database to Monitor the Spatial Evolution of Urban Flooding Phenomena. The Case of Athens Metropolitan Area in Greece. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. <https://doi.org/10.3390/IJGI3010096>

Χατζηπέτρου, Χ. Α. (2021). Ανάλυση της πολιτικής χωρικής οργάνωσης στη διαχείριση χρήσεων γης και λοιπών φυσικών πόρων σε προστατευόμενες περιοχές με υπόδειγμα μελέτης την περιοχή πέριξ της λίμνης Κάρλας.

Mavroulis, S., Mavrouli, M., Lekkas, E., & Tsakris, A. (2024). Impact of the September 2023 Storm Daniel and Subsequent Flooding in Thessaly (Greece) on the Natural and Built Environment and on Infectious Disease Emergence. *Environments*, 11(8), 163.

Dimitriou, E., Efstratiadis, A., Zotou, I., Papadopoulos, A., Iliopoulou, T., Sakki, G. K., ... & Koutsoyiannis, D. (2024). Post-Analysis of Daniel Extreme Flood Event in Thessaly, Central Greece: Practical Lessons and the Value of State-of-the-Art Water-Monitoring Networks. *Water*, 16(7), 980.

Houston, D., Ball, T., Werritty, A., & Black, A. R. (2021). Social influences on flood preparedness and mitigation measures adopted by people living with flood risk. *Water*, 13(21), 2972.

Kazakis, N., Kougiyas, I., & Patsialis, T. (2015). Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of the Total Environment*, 538, 555-563.

Bathrellos, G. D., Karymbalis, E., Skilodimou, H. D., Gaki-Papanastassiou, K., & Baltas, E. A. (2016). Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-14.

Stefanidis, S., Alexandridis, V., & Theodoridou, T. (2022). Flood exposure of residential areas and infrastructure in Greece. *Hydrology*, 9(8), 145.

Kalogiannidis, S., Toska, E., Chatzitheodoridis, F., & Kalfas, D. (2022). Using school systems as a hub for risk and disaster management: A case study of Greece. *Risks*, 10(5), 89.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2020). Νόμος 4662/2020 για την Πολιτική Προστασία. ΦΕΚ Α' 27/07-02-2020. https://www.et.gr/api/DownloadFekApi/?fek_pdf=20200100095

Ευρωπαϊκή Ένωση. (2007). Οδηγία 2007/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2007 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0060>

Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας. (n.d.). Σχέδιο Ξενοκράτης. <https://www.civilprotection.gr/el/sxedio-xenokratis>

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2016). Νόμος 4414/2016 για την Κλιματική Αλλαγή. ΦΕΚ Α' 149/09-08-2016. https://www.et.gr/api/DownloadFekApi/?fek_pdf=201606000149

Koutrakis, E., Emfietzis, G., Sylaios, G., Zoidou, M., Katsiapi, M., & Moustaka-Gouni, M. (2016). Massive fish mortality in Ismarida Lake, Greece: identification of drivers contributing to the fish kill event. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 280-291.

Μπούρδαλας, Α. Π. (2015). Δείκτες βιοποικιλότητας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Master's thesis).: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/42734/13913.pdf?sequence=1#page=23.22>

Νημάς, Θ. Α. (2023). Τα ποτάμια, οι λίμνες και οι πλημμύρες της Θεσσαλίας.: <https://dspace.larlib.gr/handle/123456789/2011>

https://floods.ypeka.gr/wp-content/uploads/2024/06/EL08_2round_consultation_

https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=2922

<https://www.thetoc.gr/koinwnia/article/bibliki-katastrofi-ston-kampo-tis-thessalias-720000-stremmata-kato-apo-to-nero---doruforiki-apeikonisi-ton-plimmuron/>

<https://www.cnn.gr/ellada/story/382031/xartografisi-tou-panepistimiou-thessalias-oloklirotiki-katastrofi-plimmyrisan-590-000-stremmata>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%83%CF%>

European Commission:

https://ec.europa.eu/regional_policy/whats-new/panorama/2024/01/31-01-2024-the-eu-solidarity-fund-a-commitment-to-help_en

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (n.d.). Ταμείο Αλληλεγγύης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.:

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/solidarity-fund/

Ευρωπαϊκή Επιτροπή.(n.d.). Ταμείο Συνοχής:

https://ec.europa.eu/regional_policy/el/funding/cohesion-fund/